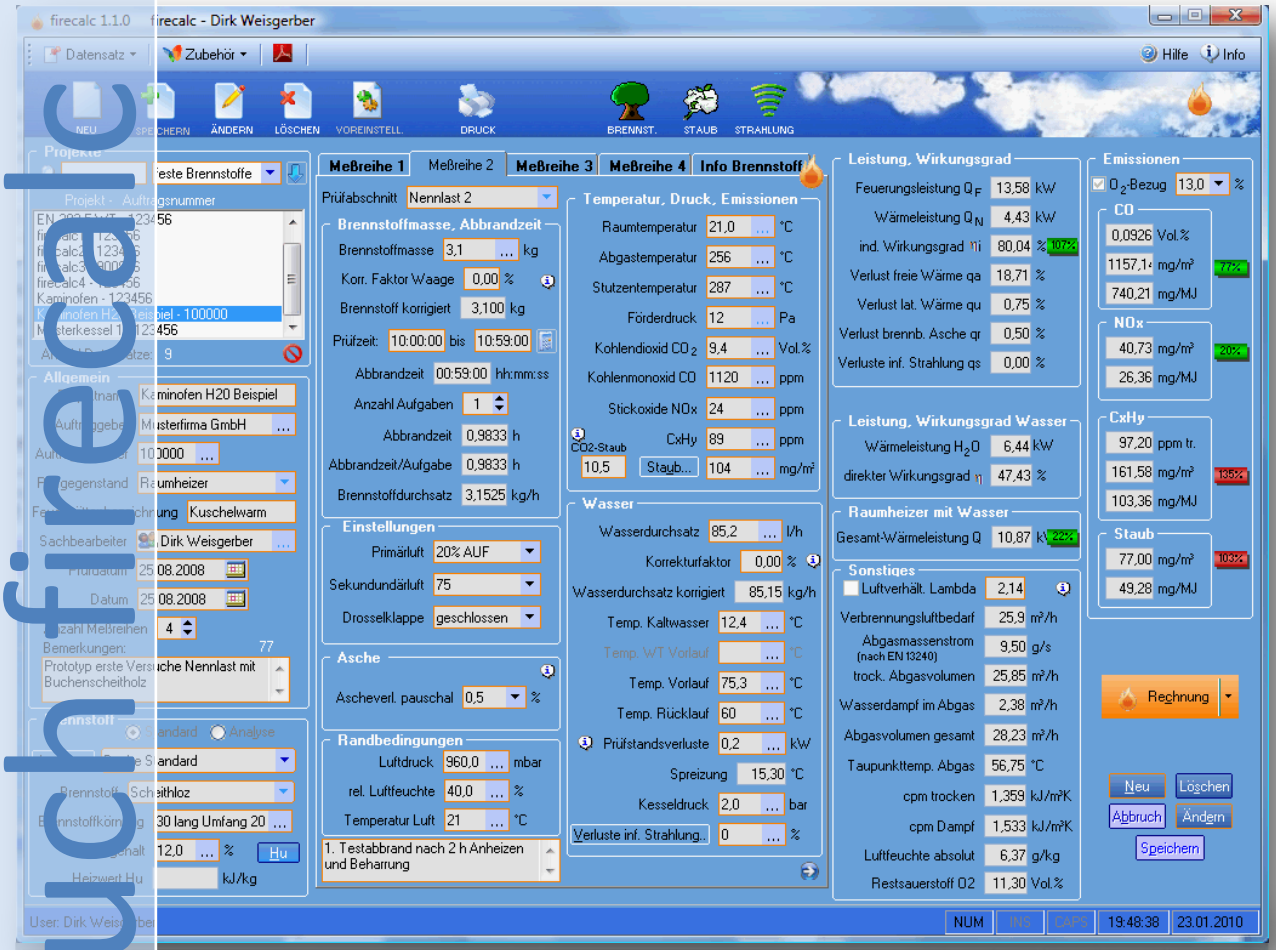
Handbuch firecalc




# Berechnungssoftware Feuerungstechnik

**www.firecalc.de**
© Dipl.-Ing. Dirk Weisgerber – München
**info@firecalc.de**
Version Handbuch 14.09.2010

**firecalc**
**Version 1.2.0**

**© Dipl.-Ing. Dirk Weisgerber – München**

**Salierstrasse 4**

**D-81543 München**

**Email: info@firecalc.de**

**www.firecalc.de**

Die in diesen Unterlagen enthaltenen Angaben und Daten können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Die in den Beispielen verwendeten Angaben und Daten sind frei erfunden. Ohne ausdrückliche schriftliche Erlaubnis von Dirk Weisgerber darf kein Teil dieser Unterlagen für irgendwelche Zwecke vervielfältigt oder übertragen werden. © Copyright *Dirk Weisgerber*. Alle Rechte vorbehalten. Stand: 14.09.2010

# Inhalt


## Inhalt I

**1. Einführung 4**

1.1 Systemvoraussetzungen ....5
1.2 Installation ....5
1.3 Update ....6
1.4 Handbuch und Readme.txt ....8
1.5 Deinstallation ....8
1.6 Lizenz für firecalc erlangen, firecalc freischalten ....8
1.7 Module ....12
1.7.1 Modulerweiterung ....13
1.8 Datensicherheit ....14
1.9 Support / Technische Unterstützung ....14

**2. Programmbedienung 15**

2.1 Start von firecalc ....15
2.2 Steuerelemente ....16
2.3 Eingabefelder ....19
2.3.1 Navigation ....19
2.3.2 Eigenschaften ....19

**3 Haupt-Berechnungsformular 22**

3.1 Allgemeines ....22
3.2 Das Hauptformular - Überblick ....23
3.2.1 Menüleiste ....24
3.2.2 Symbolleiste ....26
3.2.3 Feld Projekte mit Projektliste ....26
3.2.4 Feld „Allgemein“ ....29
3.2.5 Feld „Brennstoffe“ ....31
3.2.6 Feld Abbrände (Meßreihen) ....33
3.2.7 Berechnung durchführen ....40
3.2.8 Ergebnisse Leistung (Raum und Wasser) und Wirkungsgrade ....42
3.2.9 Sonstige Ergebnisse ....43
3.2.10 Ergebnisse Emissionen ....45
3.2.11 Eingabe Lambda (Luftverhältnis λ) ....49
3.2.12 Buttonfeld ....50
3.2.13 Funktionen der Menüleiste „Datensatz“ und des Buttonfeldes (teilweise) ....51
3.2.14 Funktionen der Menüleiste „Zubehör“ ....67
3.3 Formular „Voreinstellungen“ ....78
3.3.1. Festbrennstoffe - Voreinstellungen ....78
3.3.2. Flüssige Brennstoffe - Voreinstellungen ....82
3.3.3. Gasförmige Brennstoffe - Voreinstellungen ....83
3.3.4. Voreinstellungen „Abbruch“ ....85
3.4 Formular „Mittelwerte“ ....86
3.4.1 Druckfunktion ....87
3.4.2 Export Word ....89
3.4.3 Erstellung einer rtf-Textdatei (.rtf) ....93
3.4.4 Erstellung einer pdf Datei ....94
3.5 Wassermeßstrecke und Prüfstandsverluste ....96
3.5.1 Voreinstellungen ....96
3.5.2 Wassermeßstrecken ....96
3.5.3 Messung des Wasserdurchflusses in kg/h oder l/h ....98
3.5.4 Prüfstandsverluste ....99
3.5.5 Auswirkungen auf das Hauptformular ....99
3.6 Kohlenwasserstoffe ....100
3.7 Sonstiges ....101
3.7.1 Rechte Maustaste ....101
3.7.2 Hilfe ....102

**4. Verbrennungsrechnung von Brennstoffen 103**

4.1 Feste und flüssige Brennstoffe ....103
4.2 Gasförmige Brennstoffe ....105
4.3 Berechnung der Verbrennungskennwerte mit firecalc ....106
4.4 Das Brennstoffformular ....108
4.4.1 Das Brennstoffformular - Überblick ....108
4.4.2 Menüleiste ....109
4.4.3 Symbolleiste ....109
4.4.4 Brennstoffauswahl ....110
4.4.5 Suchfeld und Projektliste ....110
4.4.6 Projektliste verbergen ....111
4.4.7 Buttonfeld ....111
4.4.8 Feld „Allgemeine Angaben“ ....113
4.4.9 Feld „Heizwert“ ....114
4.4.10 Feld „Brennstoffanteile“ und „Ergebnisse“ ....115
4.4.11 Button „Summe“ und Button „1,00000“ ....116
4.5 Eingabebeispiel Brennstoffanalyse fester Brennstoff ....117
4.5.1. Eingabe von Brennstoffbestandteilen wenn eine Brennstoffanalyse vorliegt ....117
4.5.2 Speichern des Datensatzes ....121
4.5.3 Editieren (bearbeiten, ändern) eines Datensatzes ....122
4.5.4 Löschen eines Datensatzes ....123
4.5.5 Datensatz drucken ....124
4.5.6 Erstellung einer pdf-Datei ....126
4.5.7 Erstellung einer Microsoft Word-Datei ....128
4.5.8 Erstellung einer rtf-Textdatei (.rtf) ....130
4.5.9 Erstellung einer html-Datei (.html) ....132
4.6 Eingabe von Brennstoffbestandteilen wenn keine Brennstoffanalyse vorliegt ....133
4.6.1. Standardbrennstoffe ....133
4.6.2 Eingabebeispiel ....134
4.7 Besonderheiten Brennstoffanalyse gasförmiger Brennstoff ....138
4.7.1 Bezugstemperatur für Berechnung gasförmige Brennstoffe ....138
4.7.2 Heizwert gasförmige Brennstoffe eingeben oder berechnen ....139
4.8 Export und Import von Datensätzen ....139
4.8.1 Exportieren von Datensätzen ....139
4.8.2 Importieren von Datensätzen ....141
4.9 Sonstiges ....144
4.9.1 Angenäherte Berechnung Heizwert bei gegebenen Brennstoffanteilen ....144
4.9.2 Rechte Maustaste ....146
4.9.3 Formular Brennstoff schließen ....148

**5 Staubförmige Emissionen 149**

5.1 Allgemeines ....149
5.2 Messung der Gesamtstaubkonzentration ....149
5.3 Gesamtstaub ....149
5.4 Meßverfahren ....149
5.4 Meßeinrichtung ....150
5.5 Behandlung der Proben ....151
5.6 Berechnung der staubförmigen Emissionen ....152
5.7 Das Staubformular ....152
5.7.1 Das Staubformular - Überblick ....152
5.7.2 Menüleiste ....153
5.7.3 Symbolleiste ....154
5.7.4 Suchfeld und Projektliste ....154
5.7.5 Projektliste verbergen ....155
5.7.6 Buttonfeld 1 ....155
5.7.7 Feld „Allgemeine Angaben“ ....156
5.7.8 Feld „Voreinstellungen“ ....156
5.7.9 Feld „Brennstoff“ ....158
5.7.10 Feld Staubauswertung ....159
5.7.11 Speichern eines Datensatzes ....164
5.7.12 Editieren (bearbeiten ,ändern) eines Datensatzes ....165

5.7.13 Löschen eines Datensatzes ....165
5.7.14 Drucken eines Datensatzes ....166
5.7.15 Erstellung einer pdf-Datei ....167
5.7.16 Erstellung einer Microsoft Word-Datei ....170
5.7.17 Erstellung einer rtf-Textdatei (.rtf) ....172
5.7.18 Erstellung einer html-Datei (*.html) ....175
5.7.19 Export und Import von Datensätzen ....176
5.8 Sonstiges ....180
5.8.1 Rechte Maustaste ....180
5.8.2 Formular Brennstoff schließen ....181

**6 Strahlungsverluste 182**

6.1 Allgemeines ....182
6.2 Berechnung der Strahlungsverluste ....184
6.3 Das Formular „Strahlungsverluste“ ....184
6.3.1 Das Berechnungsformular - Überblick ....184
6.3.2 Menüleiste ....185
6.3.3 Symbolleiste ....185
6.3.4 Suchfeld und Projektliste ....186
6.3.5 Projektliste verbergen ....187
6.3.6 Buttonfeld 1 ....187
6.3.7 Feld „Allgemeine Angaben“ ....188
6.3.8 Feld „Strahlungsverluste“ - Übersicht ....188
6.3.9 Checkbox „Automatische Berechnung“ ....189
6.3.10 Buttonfeld 2 ....189
6.4. Export und Import von Datensätzen ....190
6.4.1 Exportieren von Datensätzen ....190
6.4.2 Importieren von Datensätzen ....192

**7 Abgasmassenstrom "Offene Kamine" 194**

7.1 Allgemeines ....194
7.2 Berechnung „Abgasmassenstrom für Offene Kamine“ ....194
7.3 Das Formular „Abgasmassenstrom für Offene Kamine“ ....195
7.3.1 Erläuterungen der einzelnen Eingabe- und Auswahlfelder ....196
7.3.2 Berechnung durchführen ....199
7.3.3 Fläche Feuerraumöffnung direkt eingeben ....199
7.3.4 Drucken ....199
7.3.5 Schließen des Formulars ....200

**8 Erläuterungen, Sonstiges 200**

8.1 Grundlagen der Berechnungen ....200
8.2 Unterschiede Berechnungen mit gasförmigen Brennstoffen (Feuerungswärmeleistung) 201
8.2.1 DIN EN 676 „Automatische Brenner mit Gebläse für gasförmige Brennstoffe“ ....202
8.2.2 DIN EN 303-3 „Zentralheizkessel für gasförmige Brennstoffe“ ....204
8.2.3 DIN 4702-2 „Heizkessel, Regeln für die heiztechnische Prüfung“ ....205
8.2.4 DIN 3364-1 „Gasverbrauchseinrichtungen - Raumheizer“ ....205
8.2.5 „Eingabe Normgas“ ....206
8.3 Berechnung der Wärmeleistung, Verluste und Emissionen bei gasförmigen Brennstoffen 206
8.4 Kondensation (Berechnung) ....207
8.5 Wirkungsgrad (direkt, indirekt) ....209
8.6 Export MS-Word und RTF-Format ....211
8.7 Datensicherung und Datenwiederherstellung ....211
8.8 Fehlerbehandlung ....213
8.9 Bekannte Probleme ....214

**9 Hinweise 215**

**10 Literatur 217**

**11 Lizenz- und Haftungsbedingungen 218**

**12 Index 222**

# 1. Einführung

***firecalc*** ist ein Programm für feuerungstechnische Berechnung von Wärmeerzeugern, Feuerstätten und Brennern für das Betriebssystem Windows XP. Neben feuerungstechnischen Berechnungen von Feuerstätten, Brenner, Kessel und Öfen können diverse Berechnungen wie z.B. Abgasmassenströme, Taupunkttemperaturen, Verbrennungsluftvolumina etc. durchgeführt werden. Grundvoraussetzung zur Nutzung des Programms sind Kenntnisse über die Bedienung von Windowsprogrammen und Kenntnisse der Feuerungstechnik und deren einschlägige Normen.

Folgende Berechnungen lassen sich u.a. durchführen für

- Raumheizer und Dauerbrandöfen nach EN 13240
- Kaminöfen nach DIN 18891
- Kamineinsätze und Kachelöfen nach EN 13229
- Offene Kamine, Heizeinsätze, Kachelöfen nach DIN 18895
- Herde nach EN 12815
- Pelletraumheizer nach EN 14785
- Einzelfeuerstätten für die Verbrennung von festen Brennstoffen (Holz, Kohle, Presslinge,...)
- Festbrennstoffkessel u.a. nach EN 303-5
- Heizkessel und Brenner für flüssige Brennstoffe z.B. nach EN 267, EN 304,...
- Gasbrenner nach EN 676,…
- Gas-Heizkessel nach EN 303-3, DIN 483, DIN 4702-2
- Gas-Raumheizer nach DIN 3364

hinsichtlich

- Berechnung von Emissionen CO, NOx, Staub, CxHy (OGC),
- Wirkungsgrade (indirekt und direkt),
- Leistungen (Raum und Wasser),
- Kondensationsberechnung, Abgasmassenströme, Taupunkttemperaturen, Luftbedarf, Luftverhältnis Lambda und vieles mehr.
- Brennstoffberechnungen von festen, flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen hinsichtlich Heizwerte, Luft- und Sauerstoffbedarf, Abgasvolumen, $CO_2$max,….
- Vergleiche zwischen den Ergebnissen und vielen regionalen, nationalen und internationalen Normen, Gesetzen oder Verordnungen,
- Strahlungsverluste von Heizkesseln berechnen,
- Staubförmige Emissionen berechnen,
- Berechnung von Abgasmassenströmen von offenen Kaminen.

Mit starker Berichtserstellung der Ein- und Ausgabedaten wie

- Datareport (Druckvorschau, Direktdruck)
- Export Microsoft® Word, rtf-, txt- und html-Datei
- pdf-Erstellung

Import und Exportfunktion aller Daten für den Austausch zwischen verschiedenen Rechnern.

Speicherung aller Berechnungen und Einstellungen in eine interne Datenbank.

und vieles mehr....

Hinweis: Die Berechnungssoftware wurde nach bestem Wissen und Gewissen erstellt. Sollten Sie in der Berechnungssoftware firecalc eine Funktion oder Informationen vermissen, falls Fehler auftreten, Vorschläge für Programmverbesserungen vorhanden sind, so teilen Sie uns diese Informationen bitte unserem Support per E-Mail mit (support@firecalc.de) mit. Falls realisierbar, werden wir uns bemühen die Verbesserung mit dem nächsten Update zur Verfügung stellen.

## 1.1 Systemvoraussetzungen

***firecalc*** benötigt folgende Mindest-Systemvoraussetzungen:

- Microsoft® Windows XP Professional SP2 oder Home Edition SP2, Microsoft® Vista (mindestens "Power User"-Zugriffsrechte)
- 1,6 GHz 32-Bit- (x86) (schnellerer Prozessor empfohlen)
- 512 MB RAM (1 GB RAM oder mehr empfohlen)
- 35 MB freier Festplattenspeicher für die Installation
- Monitorauflösung 1024 x 768 (Minimum 15" Monitor), Desktop-Skalierung Normalgröße (Windows Schriftgröße klein 96 DPI, die Verwendung anderer Größen kann zu Fehlern bei der Anzeige führen)
- Maus, Trackball oder kompatibles Zeigegerät
- CD-ROM-Laufwerk, DVD-ROM-Laufwerk (bei Auslieferung mit CD)
- Drucker
- Microsoft® Word 2003 (für die Exportfunktion)
- Adobe Acrobat Reader® zur Ansicht von Dokumenten und zur Berichtsausgabe

## 1.2 Installation

Bitte lesen Sie sich vor der Installation die Lizenzbedingungen durch. Durch den Besitz, die Installation und die Nutzung der vorliegenden Software erklärt der Anwender vorbehaltlos sein Einverständnis mit den Lizenzbestimmungen und dem Garantie- und Haftungsausschluss.

Führen Sie vor der Installation stets eine Datensicherung durch und wiederholen Sie regelmäßig in kurzen Abständen eine Sicherung Ihrer Daten.

Beenden Sie vor der Installation alle laufenden Programme.

Bitte beachten Sie, dass Sie Administratorrechte für die Installation von firecalc benötigen. Falls Sie diese Rechte nicht besitzen, bitten Sie Ihren Netzwerkadministrator die Installation für Sie durchzuführen.

- Das Programm wurde per Download gespeichert. Nach Doppelklick auf setup_firecalc_(Versionsnummer).exe erscheint ein Auswahlmenü, aus dem Sie den gewünschten Installationsschritt auswählen. Folgen Sie den weiteren Anweisungen zur Installation.
- Das Programmpaket besteht aus einer CD. Die CD muss in das CD-Rom-Laufwerk eingelegt werden, es erscheint ein Auswahlmenü, aus dem Sie den gewünschten Installationsschritt auswählen. Folgen Sie den weiteren Anweisungen zur Installation.

Nachdem der Programmpunkt *Installation firecalc* geladen wurde, die Lizenzbedingungen akzeptiert wurden, haben Sie die Möglichkeit den Pfad anzugeben, in dem ***firecalc*** installiert werden soll. Hier wird **C:\Programme\firecalc** als Standardverzeichnis vorgeschlagen. Einen anderen Pfad können Sie wählen, es wird jedoch empfohlen, die Installation im vorgeschlagenen Standardverzeichnis durchzuführen.

Nach Beendigung der Installation finden Sie eine neue Programmgruppe namens ***firecalc*** unter *Start* bzw. *Programme*. Ebenfalls wird als Option auf dem Windows-Desktop ein Icon erzeugt.

Nach erfolgreicher Installation ist firecalc zunächst als im vollen Funktionsumfang nutzbare Testversion für 15 Nutztage freigeschaltet.

Die Installationsroutine legt in dem neuen Ordner mehrere Unterordner an, in denen sich wichtige Dateien befinden (z.B. Datenbanken, Vorlagendateien für den Word- und pdf-Export). Diese Dateien dürfen nicht verändert, gelöscht oder verschoben werden.

Die Installation von firecalc erfordert keinen Neustart Ihres Systems!

## 1.3 Update

Updates mit laufenden kleinen Produktoptimierungen und -erweiterungen stellen wir unseren registrierten Anwender kostenlos für ein Jahr zur Verfügung. Größere Programmrevisionen, die neue Funktionen enthalten (Upgrades), können registrierte Anwendern zum ermäßigten Preis erhalten.

Regelmäßig sollte auf der Internetseite www.firecalc.de im Downloadbereich nachgeschaut werden, ob neuere Versionen vorhanden sind. Im Falle dass es eine neue Version von firecalc gibt, können diese per Download heruntergeladen werden.

Führen Sie vor der Installation stets eine Datensicherung durch und wiederholen Sie regelmäßig in kurzen Abständen eine Sicherung Ihrer Daten.

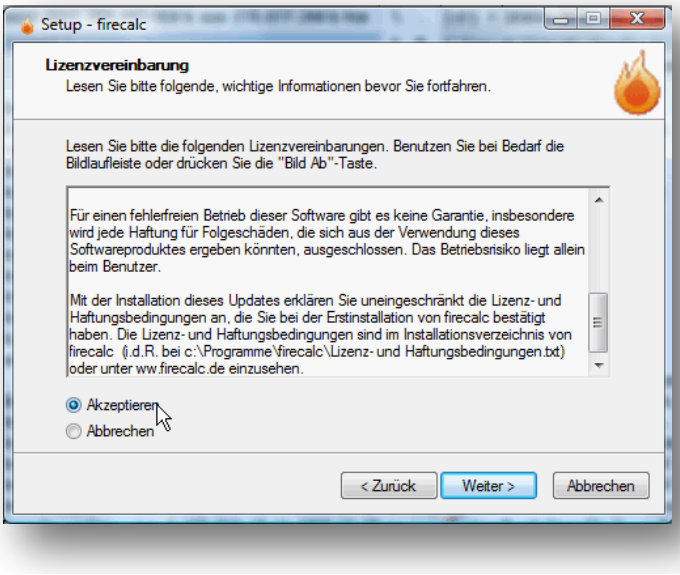
Es wird empfohlen, dass komplette Programmverzeichnis (z.B. c:\Programme\firecalc\ mit allen Unterverzeichnissen auf einen externen Datenträger (CD/USB-Stick) zu sichern. So kann im Notfall eine Rücksicherung des alten Datenbestandes vorgenommen werde, wenn beim Update Probleme auftauchen sollten.

Beenden Sie vor der Installation des Updates alle laufenden Programme.

Bitte beachten Sie, dass Sie Administratorrechte für die Installation des Updates von firecalc benötigen. Falls Sie diese Rechte nicht besitzen, bitten Sie Ihren Netzwerkadministrator die Installation für Sie durchzuführen.

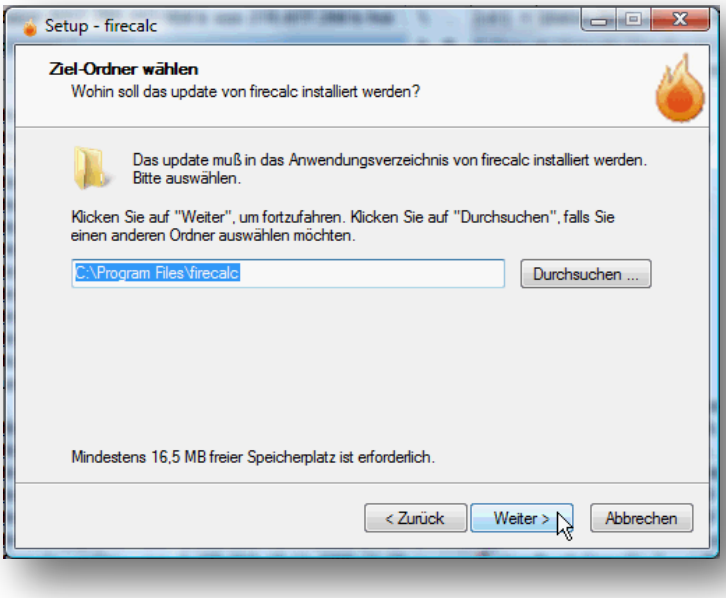
Nach Doppelklick auf setup_firecalc_update_(Versionsnummer).exe erscheint ein Auswahlmenü, aus dem Sie den gewünschten Installationsschritt auswählen. Folgen Sie den weiteren Anweisungen zur Installation.

Setup - firecalc
Willkommen zum firecalc update-Assistenten
Dieser Assistent wird jetzt ein update von firecalc auf Ihren Computer installieren.
Sie sollten alle anderen Anwendungen beenden, bevor Sie mit dem Setup fortfahren.
"Weiter" zum Fortfahren, "Abbrechen" zum Verlassen.
Weiter >
Abbrechen

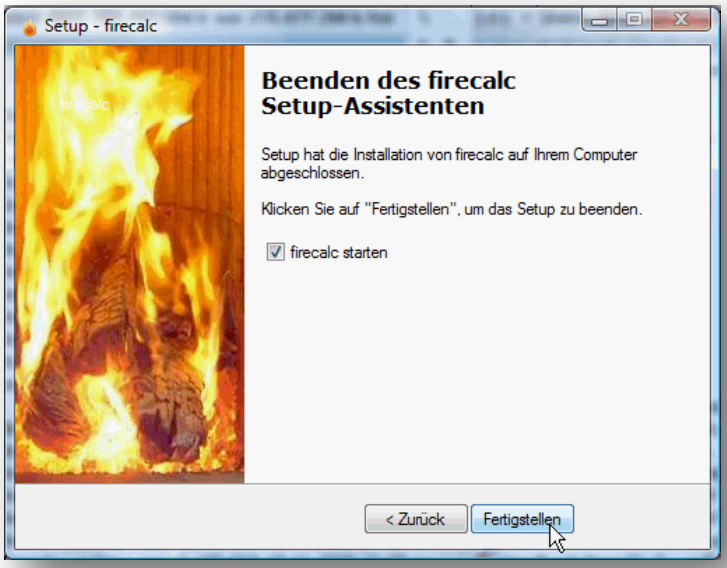

Setup - firecalc
Lizenzvereinbarung
Lesen Sie bitte folgende, wichtige Informationen bevor Sie fortfahren.
Lesen Sie bitte die folgenden Lizenzvereinbarungen. Benutzen Sie bei Bedarf die Bildlaufleiste oder drücken Sie die "Bild Ab"-Taste.
Für einen fehlerfreien Betrieb dieser Software gibt es keine Garantie, insbesondere wird jede Haftung für Folgeschäden, die sich aus der Verwendung dieses Softwareproduktes ergeben könnten, ausgeschlossen. Das Betriebsrisiko liegt allein beim Benutzer.
Mit der Installation dieses Updates erklären Sie uneingeschränkt die Lizenz- und Haftungsbedingungen an, die Sie bei der Erstinstallation von firecalc bestätigt haben. Die Lizenz- und Haftungsbedingungen sind im Installationsverzeichnis von firecalc (i.d.R. bei c:\Programme\firecalc\Lizenz- und Haftungsbedingungen.txt) oder unter ww.firecalc.de einzusehen.
Akzeptieren
Abbrechen
< Zurück
Weiter >
Abbrechen

Nachdem die Lizenzbedingungen akzeptiert wurden, muss der Pfad angegeben werde, in dem ***firecalc*** installiert wurde. Als Vorschlag wird i.d.R. c:\Programme\firecalc oder c:\ProgramData\firecalc angegeben, dieser muss jedoch geändert werden, wenn firecalc in einem anderen Verzeichnis installiert wurde.

⚠ Das Update muss unbedingt in das Pfadverzeichnis installiert werden, indem sich die Vollversion befindet. Andernfalls kann das Programm nicht einwandfrei funktionieren!


Setup - firecalc
Ziel-Ordner wählen
Wohin soll das update von firecalc installiert werden?
Das update muß in das Anwendungsverzeichnis von firecalc installiert werden. Bitte auswählen.
Klicken Sie auf "Weiter", um fortzufahren. Klicken Sie auf "Durchsuchen", falls Sie einen anderen Ordner auswählen möchten.
C:\Program Files\firecalc
Durchsuchen ...
Mindestens 16,5 MB freier Speicherplatz ist erforderlich.
< Zurück
Weiter >
Abbrechen

Nach Auswahl des Installationsverzeichnisses von firecalc „Weiter“ anklicken. Das Update wird installiert. Nach der Installation besteht die Möglichkeit firecalc direkt zu starten:


Setup - firecalc
Beenden des firecalc Setup-Assistenten
Setup hat die Installation von firecalc auf Ihrem Computer abgeschlossen.
Klicken Sie auf "Fertigstellen", um das Setup zu beenden.
firecalc starten
< Zurück
Fertigstellen

## 1.4 Handbuch und Readme.txt

Die Dokumentation in diesem Handbuch bezieht sich auf die firecalc-Version, die auf Seite II angegeben ist. Änderungen und Erweiterungen sind jederzeit möglich. Die aktuelle Programm-Version kann daher von den Angaben in diesem Handbuch abweichen.

Das Handbuch können Sie mit dem kostenlosen Acrobat Reader öffnen und ggf. ausdrucken. In der Textdatei readme.txt werden Sie falls vorhanden auf Neuerungen hingewiesen oder die Textdatei enthält sonstige Informationen rund um das Programm, auf die in der Hilfe oder in diesem Handbuch nicht näher eingegangen wird.

## 1.5 Deinstallation

Um ***firecalc*** von Ihrem System zu entfernen, gehen Sie wie folgt vor:

Zum deinstallieren von ***firecalc*** wählen Sie *Deinstallieren von firecalc* im Ordner ***firecalc***.

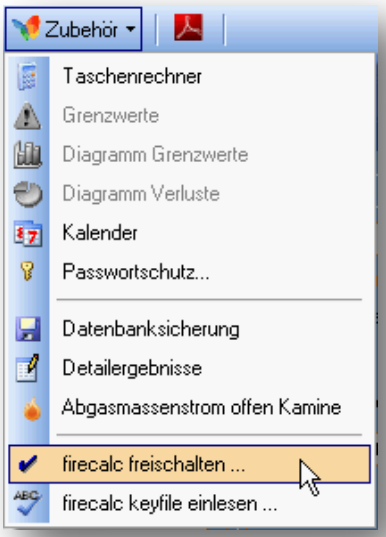
1. Klicken Sie in der Taskleiste auf das Symbol "Start", um das Startmenü zu öffnen.
2. Klicken Sie auf Einstellungen > Systemsteuerung.
3. Führen Sie in der Systemsteuerung einen Doppelklick auf das Symbol "Software" aus, um das Dialogfenster "Eigenschaften von Software" zu öffnen.
4. Klicken Sie, falls notwendig, auf die Karteikarte "Installieren/Deinstallieren", um diese zu aktivieren.
5. Blättern Sie durch die Liste der Programme, bis Sie den Eintrag für ***firecalc*** gefunden haben.
6. Markieren Sie den Eintrag ***firecalc*** mit der Maus.
7. Klicken Sie auf das Symbol "Hinzufügen/Entfernen", um das Deinstallationsprogramm zu starten.
8. Folgen Sie den Anweisungen auf Ihrem Bildschirm.

## 1.6 Lizenz für firecalc erlangen, firecalc freischalten

Nach 15 Nutzungstage Testzeitraum (oder maximal 45 Kalendertage nach dem ersten Aufruf von firecalc) wird das Programm gesperrt und es muss eine Lizenz für die Nutzung von firecalc erworben werden.

Informationen, wie Sie eine Lizenz erwerben können, finden Sie unter www.firecalc.de, oder senden Sie uns eine E-Mail an info@firecalc.de.

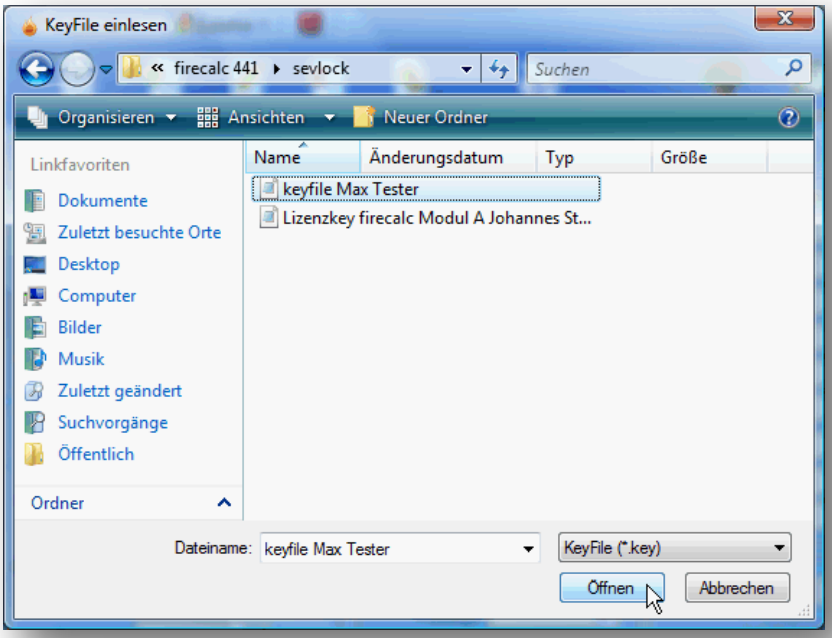
Nachdem die Lizenz für die Nutzung von firecalc erworben wurde, können über die Menüleiste -> „Zubehör“ im sich öffnenden Klappmenü unter "firecalc freischalten" die Lizenzdaten eingegeben werden.



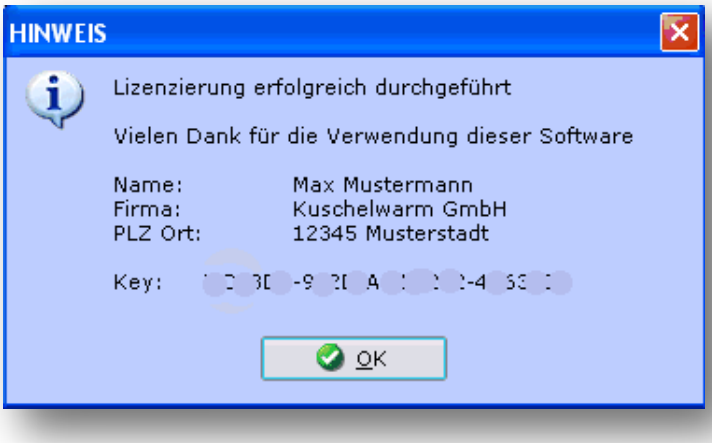

Es erscheint ein Eingabefenster in denen alle notwendigen Daten eingegeben werden müssen. Die einzelnen Felder müssen exakt so eingegeben werden, wie sie in dem Rechnungsschreiben angegeben sind.

Einfacher kann firecalc freigeschaltet werden, indem der auf Wunsch zugesendete keyfile verwendet wird. Mit der Menüfunktion "firecalc keyfile einlesen" kann die zugesendete Lizenzdatei mit der Dateiendung *.key eingelesen werden.

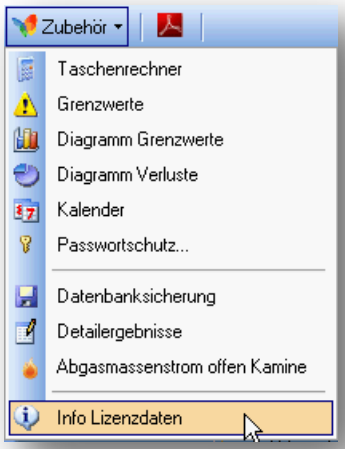
Nach klicken auf den Button „Keyfile einlesen“ öffnet sich folgendes Dateiauswahlmenü:




Nach beiden oben beschriebenen Möglichkeiten erscheint ein Hinweisfenster mit den Lizenzdaten über die positive Aktivierung von firecalc.




Nach der Aktivierung können jederzeit über die Menüfunktion „Zubehör“ =>"Info Lizenzdaten" alle Lizenzinformationen angezeigt werden:


Zubehör
Taschenrechner
Grenzwerte
Diagramm Grenzwerte
Diagramm Verluste
Kalender
Passwortschutz...
Datenbanksicherung
Detailergebnisse
Abgasmassenstrom offen Kamine
Info Lizenzdaten

HINWEIS
Lizenzdaten firecalc-Vollversion
Name: Max Tester
Firma: Testfirma
PLZ Ort: 12345 Teststadt
Installationsdatum: 11.10.2008 12:56
Anzahl Aufrufe: 373
Anzahl Nutztage: 35
Letzter Aufruf: 16.11.2008
Lizenz-ID: firecalc Modul A
OK

## 1.7 Module

firecalc ist hinsichtlich der berechenbaren Brennstoffe (Festbrennstoff, flüssige und gasförmige Brennstoffe) modular aufgebaut. Hierdurch kann eine entsprechende brennstoffbezogene Lizenz erworben werden, wodurch Kosten eingespart werden können, für zu berechnende Brennstoffe die nicht benötigt werden.

Folgende Module können getrennt erworben werden:

**Modul 1**

- Es können ausschließlich Berechnungen mit Festbrennstoffen durchgeführt werden.

**Modul 2**

- Es können Berechnungen mit Festbrennstoffen und Berechnungen mit flüssigen Brennstoffen durchgeführt werden.

**Modul 3**

- Es können Berechnungen mit Festbrennstoffen und Berechnungen mit Gasen bzw. gasförmigen Brennstoffen durchgeführt werden.

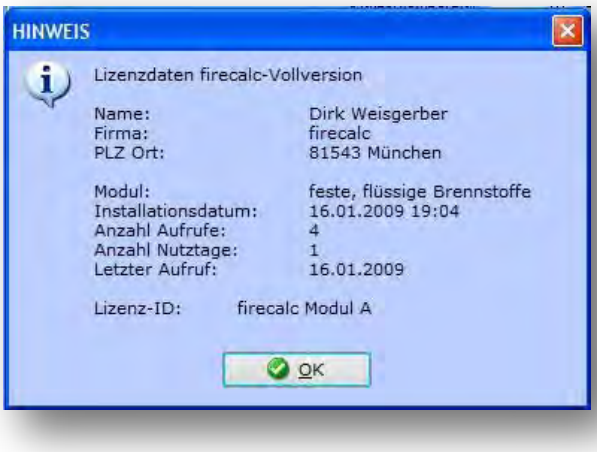
**Modul 0**

- Es können Berechnungen mit allen drei Brennstoffarten (Festbrennstoff, flüssige Brennstoff und Gase bzw. gasförmige Brennstoffe) durchgeführt werden.

In der Testversion von firecalc können Berechnungen mit allen drei Brennstoffarten durchgeführt werden.

Das Modul 1 (Festbrennstoffberechnungen) ist das Grundmodul und muss immer erworben werden. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Handbuchs wird programmtechnisch daran gearbeitet, Berechnungen mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen ebenfalls als Grundmodul anzubieten. Informationen über die Fertigstellung dieser Option werden auf der Homepage www.firecalc.de bekanntgegeben.

Welches Modul in firecalc aktiviert ist, kann durch Auswahl in der Menüleiste unter der Menüschaltfläche „Zubehör“ und Klick auf „Info Lizenzdaten“ angezeigt werden. In der Zeile „Modul:“ werden die möglichen berechenbaren Brennstoffe angezeigt, im Beispiel unten sind Berechnungen mit festen und flüssigen Brennstoffe möglich.



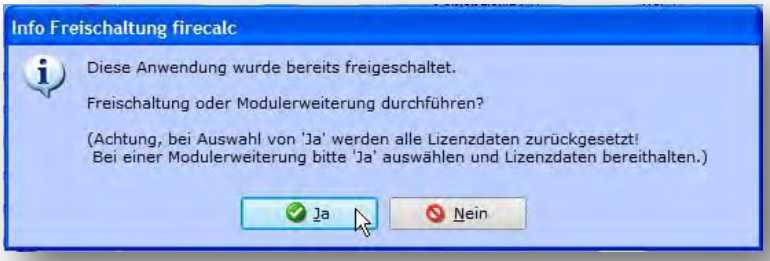

Auf das Modul 1 können bei Bedarf auch nachträglich die Module 2, 3 und 0 nach Kauf der entsprechenden Erweiterungslizenz hinzugefügt werden.

Im Folgenden wird die Vorgehensweise einer Modulerweiterung erläutert.

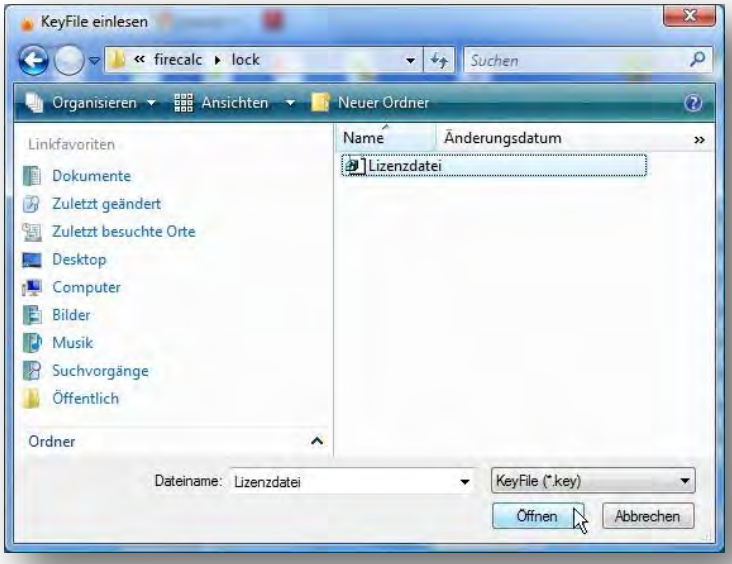
### 1.7.1 Modulerweiterung

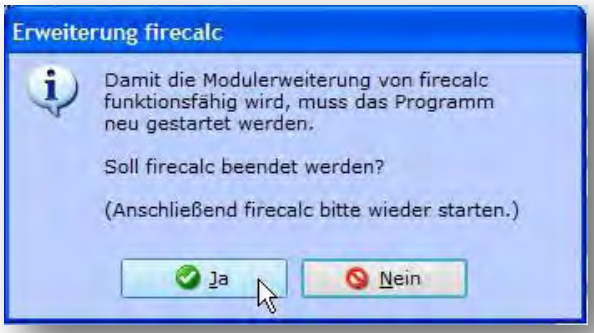
Die Erweiterung von firecalc mit einem zusätzlichen Brennstoffmodul, erfolgt durch Auswahl in der Menüleiste „Zubehör“ und Klick auf „firecalc erweitern“.

Das Hinweisfenster mit „Ja“ bestätigen.


Info Freischaltung firecalc
Diese Anwendung wurde bereits freigeschaltet.
Freischaltung oder Modulerweiterung durchführen?
(Achtung, bei Auswahl von 'Ja' werden alle Lizenzdaten zurückgesetzt!
Bei einer Modulerweiterung bitte 'Ja' auswählen und Lizenzdaten bereithalten.)
Ja
Nein

Im folgenden Dateidialog die erhaltene Lizenzdatei mit der Dateiendung *.key auswählen und mit „Öffnen“ die Dateiauswahl bestätigen.




Erweiterung firecalc
Damit die Modulerweiterung von firecalc funktionsfähig wird, muss das Programm neu gestartet werden.
Soll firecalc beendet werden?
(Anschließend firecalc bitte wieder starten.)
Ja
Nein

Nach einem Neustart von firecalc ist die zusätzlich erworbene Berechnungsmöglichkeit freigeschaltet.

## 1.8 Datensicherheit

Sowohl die im Lieferumfang enthaltenen als auch die vom Anwender erarbeiteten Daten werden in der firecalc Datenbank abgelegt, wenn durch die Option „Speichern“ die Datensätze in die Datenbank gesichert werden.

Eine automatische Archivierung der Datenbankinhalte findet nicht statt. Um Datenverluste zu vermeiden, wird empfohlen, regelmäßige Sicherheitskopien der Datenbank anzulegen und diese auch auf einem anderen Speichermedium bzw. auf einem externen Datenträger abzulegen.

Im Falle eines Computerabsturzes oder Programmfehlers bleiben i.d.R. sämtliche Daten bis zum letzten Speichervorgang erhalten. Kehren Sie nach erneutem Programmstart in das betreffende Projekt zurück und setzen Sie die Bearbeitung an der entsprechenden Stelle fort.

Wie die Sicherung und die Wiederherstellung der Datenbank durchgeführt werden, ist im Kapitel „Datensicherung und Datenwiederherstellung“ erläutert.

## 1.9 Support / Technische Unterstützung

Sollten Sie Fragen zur aktuellen Programmversion haben, auf die Sie im Handbuch bzw. in der Hilfe keine Antwort finden, dann steht Ihnen unser Supportdienst unter support@firecalc.de für die jeweils aktuellste Version kostenlos zur Verfügung. Wir werden schnellstmöglich antworten.

Weitere Informationen erhalten Sie auch auf unserer Homepage www.firecalc.de

Im Falle, dass Fehler aufgetreten sind, möchten wir uns dafür entschuldigen.

Wenn Sie bei einem Fehler technische Unterstützung anfordern, übermitteln Sie uns bitte die folgenden Informationen:

1. Welcher Fehler trat auf?
2. Wann trat der Fehler auf?
3. Lässt sich das Problem reproduzieren? Auf welche Weise?
4. Wie war der Weg, bis das Problem auftrat?
5. Welches Betriebssystem wird verwendet?
6. Falls Ihr Computer ein Dialogfeld mit einer Fehlermeldung angezeigt hat, geben Sie bitte den vollständigen Text der Meldung sowie den Fenstertitel des Dialogfelds an.
7. Falls die Fehlerbehandlung von firecalc aktiv wurde, geben Sie bitte alle Informationen an die angegeben werden, siehe hierzu auch die Informationen im Kapitel Fehlerbehandlung.

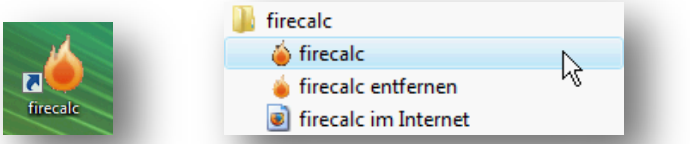
So viele Informationen wie möglich sind immer hilfreich.

Wir werden uns bemühen schnellstmöglich Kontakt mit Ihnen aufzunehmen.

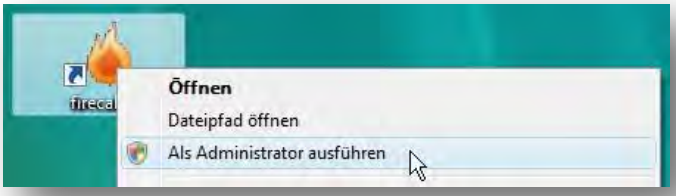
# 2. Programmbedienung

## 2.1 Start von firecalc

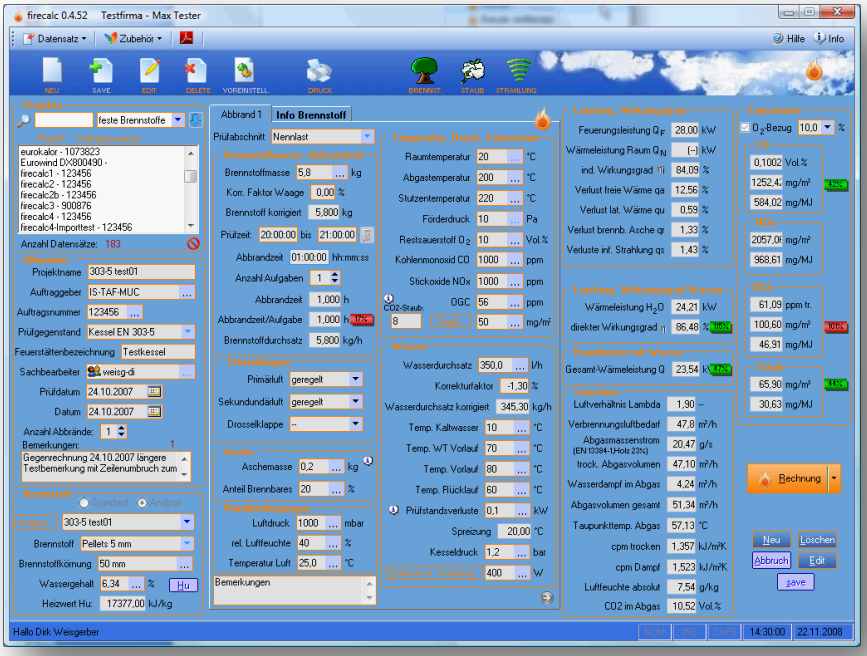
Das Programm ***firecalc*** wird gestartet durch Doppelklick auf das Flammensymbol auf der Arbeitsoberfläche (falls bei der Installation aktiviert), oder durch das Windowsmenü "Start" -> Alle Programme -> firecalc




Firecalc wurde für Microsoft Windows XP entwickelt und getestet. Für die Nutzung mit Windows Vista muss aus technischen Gründen firecalc als Administrator ausgeführt werden (rechter Mausklick auf das Flammensymbol (oder im Startmenü Mausklick auf das Symbol von firecalc) und „Als Administrator ausführen“ mit der linken Maustaste anklicken).




Nach dem Aufruf von firecalc wird das Hauptfenster (Hauptberechnungsformular) von firecalc gestartet:




Es wird empfohlen vor dem ersten Arbeiten mit firecalc die Kapitel Randbedingungen der Berechnungen sowie das Kapitel „Bekannte Probleme“ durchzulesen.

## 2.2 Steuerelemente

Nach dem Start von ***firecalc*** wird das Programm in einem eigenen Fenster gestartet, dem Hauptberechnungsfenster von firecalc. Das aktive Fenster befindet sich immer im Vordergrund. Tastatur- und Mausbefehle wirken sich nur auf das aktive Fenster oder ein darin geöffnetes Fenster aus.

Die Arbeit mit firecalc ist so einfach, wie Sie es unter Windows gewohnt sind. Wenn Sie bereits mit anderen Windows-Programmen gearbeitet haben, werden Sie bei der Arbeit mit firecalc schnell die Ähnlichkeiten in der Bedienung erkennen. Windows-Einsteigern kann die Windows-Hilfe empfohlen werden. Die Fenstertechnik unter Windows (öffnen, vergrößern, verkleinern, schließen, verschieben.....) wird hier nicht beschrieben. Aber einige Besonderheiten zur Maus-bedienung, Tastatur und Programmkontrolle werden nachfolgend erläutert.

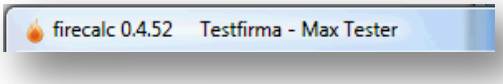
Bei der Entwicklung des Programms wurde darauf Wert gelegt, dass das Programm sowohl über die Tastatur als auch mit der Maus zu bedienen ist. Sie können in ein anderes Eingabefeld gelangen, in dem sie dieses anklicken. Eine andere Möglichkeit besteht über die Tastatur, in dem sie mit <Enter> oder <Tab> in das nächste Feld springen. Auch mit den <Pfeil rauf> und < Pfeil runter> kann durch die Eingabefelder gesprungen werden. Die meisten Befehls- und Menüschaltflächen können ebenfalls mit der Tastatur bedient werden.

Zum Verständnis und zur Begriffsbestimmung werden die Steuerelemente kurz beschrieben.

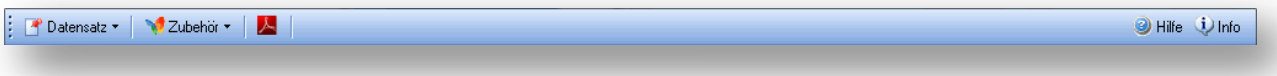
1. Titelleiste
2. Menüleiste
3. Symbolleiste
4. Statusleiste
5. Schaltflächen (Button)
6. Menü-Schaltflächen (mit Auswahlmenü)
7. Kontrollkästchen (Checkboxen)
8. Optionsfelder (Radiobutton)
9. Auswahllisten (Listbox)
10. Comboboxen (editierbare Aufklappfelder)
11. Combo-Listboxen (nicht editierbare Aufklappfelder)
12. Spinbox und

    - Eingabefelder mit Floskelmenü und weiteren Optionen
    - Datumsfelder

1. Die Titelleiste am oberen Bildschirmrand identifiziert das Programm und das gerade geöffnete Fenster. Klicken Sie mit der Maus auf die Titelleiste und halten die Maustaste gedrückt, kann das Fenster verschoben oder (bei mehreren überlappenden Fenstern) in den Vordergrund gezogen werden.

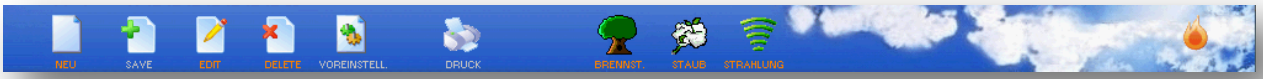



2. Die Menüleiste darunter umfasst mehrere Menüs zum Ausführen vieler Programmbefehle oder zum Öffnen von Fenstern, die Sie zum Arbeiten benötigen.



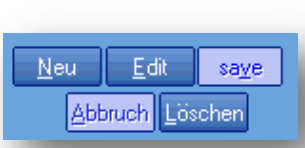

3. Die Symbolleiste umfasst mehrere Symbole zum direkten Ansteuern der wichtigsten Programmfunktionen wie Datenbankaktionen (Speichern, Löschen, Bearbeiten,..) und Aufrufen

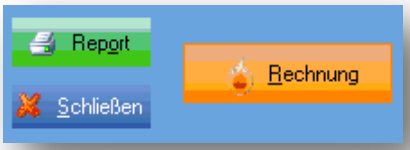
von weiteren Berechnungsformularen (Strahlungsverluste, staubförmige Emissionen, Brennstoffberechnungen,..).



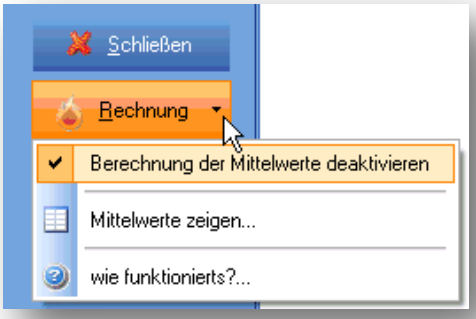

4. In der Statusleiste im unteren Fensterbereich wird angezeigt ob der Ziffernblock (Nummernblock) der Tastatur aktiv ist (NUM schwarz, Zifferblock ist aktiv), ob der Einfüg- oder Überschreibmodus aktiv ist (INS schwarz, der Überschreibmodus ist aktiv) oder ob der Großschreibmodus aktiv ist (CAPS schwarz, alle Buchstaben werden groß geschrieben).

5. Schaltflächen (Buttons) sind die rechteckigen Kästchen zur Prorammsteuerung mit selbsterklärendem Inhalt wie OK , Rechnung, Speichern, Abbruch... . Unter Buttons versteht man Schaltflächen, mit denen das Programm eine Aktion ausführt. Klicken Sie z.B. auf den Button Report, wird das Druckereignis ausgelöst. Die Buttons lassen sich auch mit der Tastatur bedienen. Im Beispiel kann mit <Alt und R> z.B. der Rechnungsbefehl ausgelöst werden.

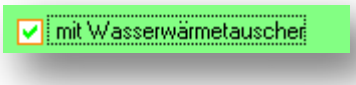


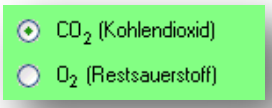

6. Menü-Schaltflächen sind Schaltflächen mit einem Auswahlmenü für weiterführende Aktionen. Wird auf die rechte Seite des Buttons auf das kleine schwarze Dreieck geklickt, öffnet sich ein Auswahlmenü mit weiteren Funktionen.



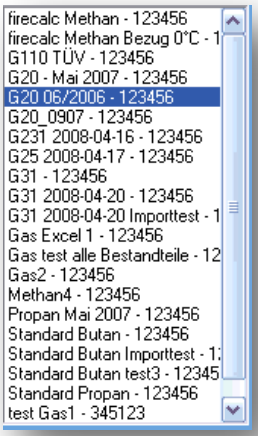

7. Kontrollkästchen (auch Checkboxen genannt), sind kleine Quadrate, die mit einem Haken eine Option aktivieren. Mit Checkboxen werden ja/nein Entscheidungen getroffen (z.B. Berechnung mit Wasserwärmetauscher wie im Beispiel unten). Checkboxen erkennt man daran, dass sich links neben dem Text ein Kästchen befindet. Befindet sich in dem Kästchen ein Kreuz oder Häkchen, entspricht dies einer Ja-Entscheidung (Wasserwärmetauscher wird berücksichtigt). Ist das Kästchen leer, handelt es sich um eine Nein-Entscheidung. Klicken Sie mit der Maus auf eine Checkbox, wird der Zustand umgekehrt, also aus Ja wird Nein bzw. umgekehrt. Wenn Sie mit der Tastatur den Status ändern wollen, müssen Sie die Leertaste drücken.



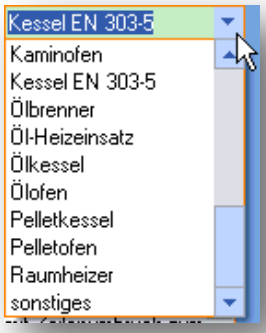
8. Optionsfelder (auch Radiobutton genannt) sind runde Schaltflächen, die eine Auswahl zwischen mehreren Optionen ermöglichen. Die aktive Option hat einen grünen Punkt im weißen Kreis. Mit Radiobuttons können Sie ebenfalls eine Selektion durchführen (z.B. Messung von $CO_2$ oder $O_2$). Die Selektion findet mit der linken Maustaste statt.



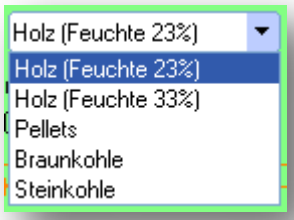

9. In Auswahllisten werden verschiedene Einträge zur Auswahl angeboten (z.B. Datensätze mit gasförmigen Brennstoffen). Mit der linken Maustaste können Sie in der Auswahlliste eine Selektion vornehmen. Drücken Sie in einer Auswahlliste auf einen Buchstaben, springt der Selektionsbalken auf den ersten Eintrag, der mit diesem Buchstaben anfängt (z.B. „M" springt auf Methan4).



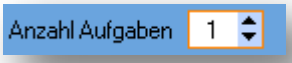

10. Bei Comboboxen (editierbare Aufklappfelder) werden ebenfalls verschiedene Einträge zur Auswahl angeboten. Es können aber auch eigene Einträge eingegeben werden. Die Auswahl erscheint, wenn auf den rechten Pfeil geklickt wird.




11. Bei Combo-Listboxen (nicht editierbare Aufklappfelder) werden ebenfalls verschiedene Einträge zur Auswahl angeboten. Es können aber keine eigenen Einträge vorgenommen werden, es muss eine Auswahl erfolgen. Die Auswahl erscheint, wenn auf den rechten Pfeil geklickt wird.




12. Mit Spinboxen können Werte rauf und runter geändert werden (z.B. Anzahl der Abbrände des aktuellen Hauptdatensatzes). Die Änderung erfolgt mit Anklicken eines der beiden Pfeile rechts neben der Spinbox (rauf bzw. runter) oder mit einer direkten Eingabe in das Zahlenfeld.




## 2.3 Eingabefelder

In **Eingabefelder** (meistens mit Floskelmenü) können Werte eingegeben werden, die von dem Programm zur Verarbeitung bzw. Berechnung benötigt oder informativen Charakter haben.

Die Eingabefelder sind nur im Neu- oder Editiermodus für Eingaben geöffnet

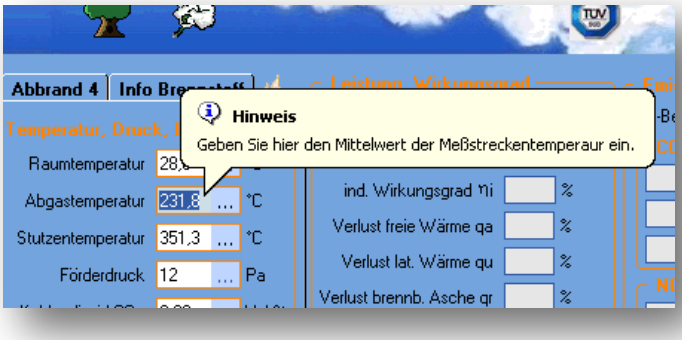
Es gibt Eingabefelder die ausschließlich positive Zahlen zulassen, Eingabefelder die ausschließlich positive und negative Zahlen und Eingabefelder die frei für alle Eingaben sind. Die Eingabefelder haben mehrere Eigenschaften und lassen mehrere Optionen zu:

### 2.3.1 Navigation

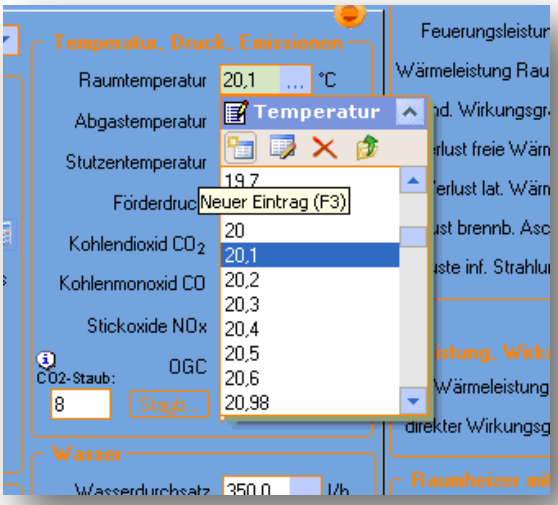
- Sobald eine Eingabe getätigt ist, kann mit der Enter-Taste in das nächste Feld gesprungen werden
- Mit der Pfeil nach oben bzw. Pfeil nach unten Taste kann ein Feld rauf bzw. runter gesprungen werden
- Mit der Tab-Taste kann in das nächste Feld gesprungen werden
- Einige Eingabefelder haben eine maximal mögliche Anzahl von Zeichen. Ist diese erreicht wird automatisch in das nächste Feld gesprungen

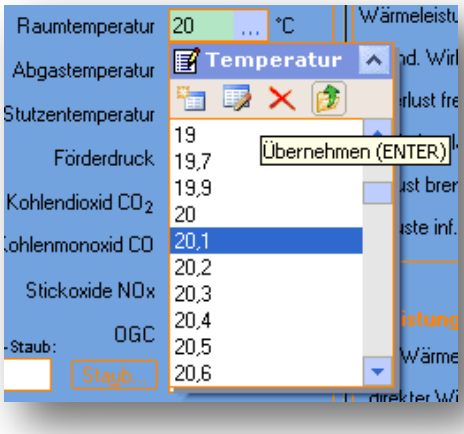
### 2.3.2 Eigenschaften

- Beim Anklicken des Eingabefeldes wird der Inhalt markiert und kann schnell überschrieben werden
- Wenn bei editierbaren Eingabefeldern der Mauscursor über das Eingabefeld gesetzt wird, erscheinen bei vielen Feldern Tooltips (Sprechblasen) mit Informationen über dem Feld:

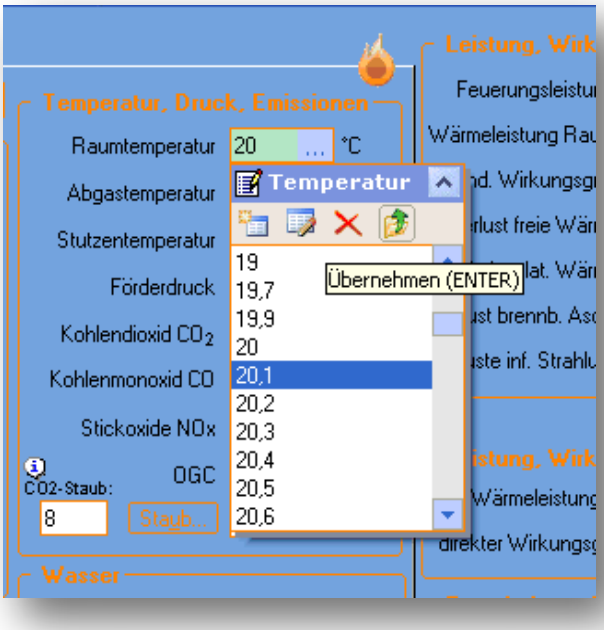


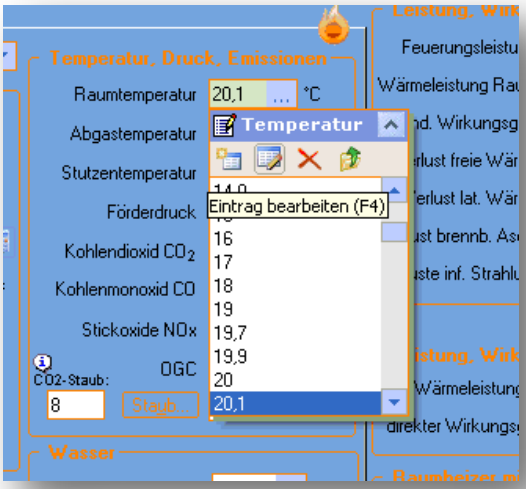

- Beim Anklicken des blauen Feldes … öffnet sich eine Liste der bisher eingegebenen Daten




- Die Daten können durch Doppelklick in das Eingabefeld übernommen werden
- In der Liste können Daten neu eingegeben werden, editiert oder gelöscht werden



- Beim Anklicken des Eingabefeldes mit der rechten Maustaste bestehen weitere Optionen (Undo, Kopieren, Einfügen,...)
- **ACHTUNG!** Mit der Einfügeoption besteht die Möglichkeit in Eingabefelder, die ausschließlich für Zahlen zugelassen sind (Zahlenfelder), auch irrtümlich Texte oder Sonderzeichen einzugeben. Hierdurch kann es zu Berechnungsfehlern oder im schlimmsten Fall zum Abstürzen der Software kommen

**Datumsfelder** sind editierbare Aufklappfelder die einen Kalender anzeigen, in der eine Auswahl getroffen werden kann. Der Kalender erscheint, wenn auf das rechts angeordnete Kalendersymbol geklickt wird.

# 3 Haupt-Berechnungsformular

## 3.1 Allgemeines

Grundsätzlich lassen sich wie in der Einleitung erläutert mit dem Hauptformular von firecalc feuerungs- und wärmetechnische Berechnungen von Wärmeerzeugern, Feuerstätten und Brennern für die Verfeuerung von festen, flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen berechnen. Prinzipiell bestehen bei den Berechnungen von festen und flüssigen Brennstoffen kaum Unterschiede, außer dass bei Berechnungen mit flüssigen Brennstoffen Kondensationsgewinne berechnet werden können.

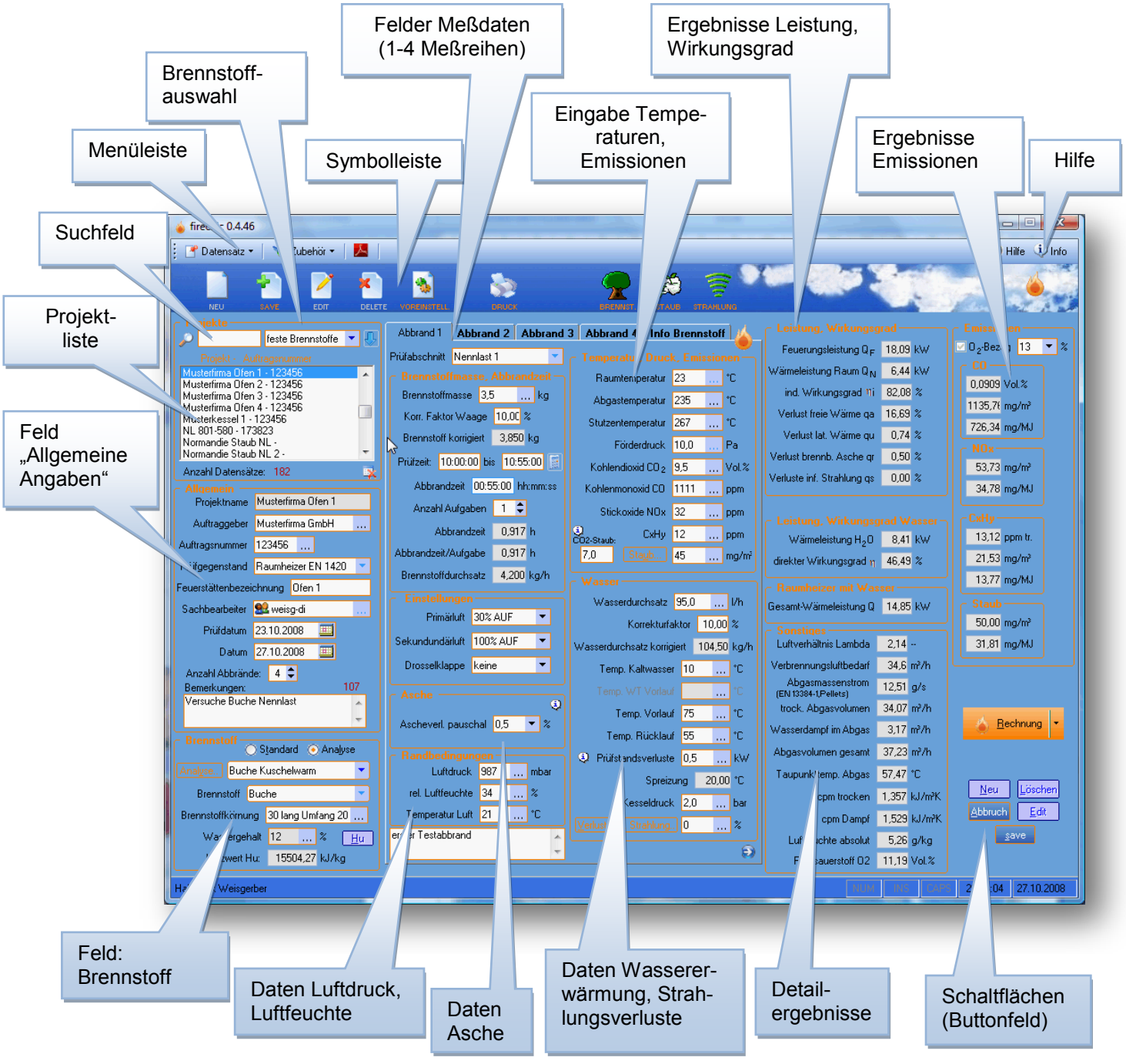
Berechnungen mit gasförmigen Brennstoffen unterscheiden sich in einigen Punkten von den Berechnungen mit den anderen beiden Brennstoffen. Auf die Unterschiede wird später eingegangen.

Im Folgenden wird der Aufbau des Hauptberechnungsformulars erläutert.

Wenn eine neue Berechnung durchgeführt werden soll müssen zuerst im Formular „Voreinstellungen“ die Randbedingungen der Berechnung festgelegt werden. Das Formular „Voreinstellungen“ wird nach einer ersten Übersicht des Hauptformulars erläutert.

## 3.2 Das Hauptformular - Überblick

Grundsätzlicher Aufbau des Hauptformulars (Beispiel Berechnung mit einem Festbrennstoff)

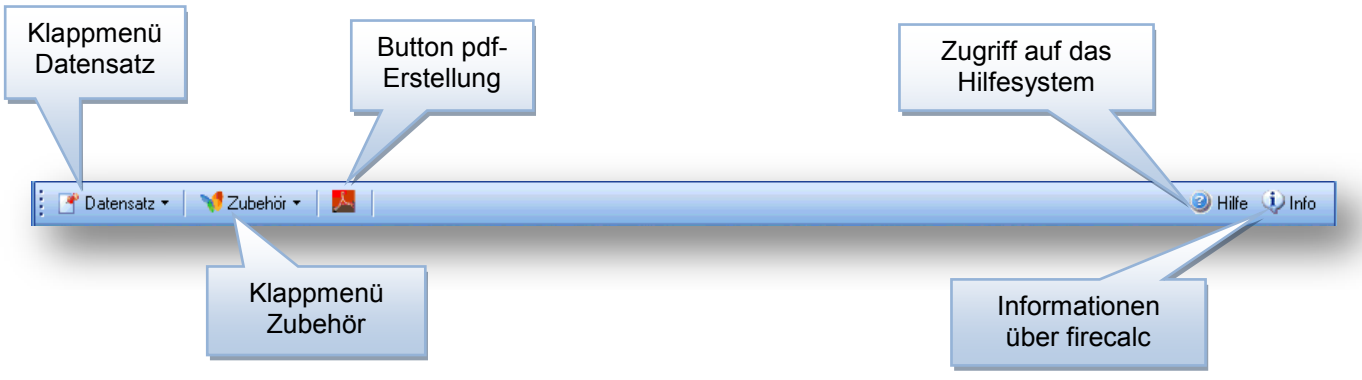



Die einzelnen Formularfelder werden im Folgenden erläutert:

Das Hauptformular besteht aus folgenden Hauptbereichen:

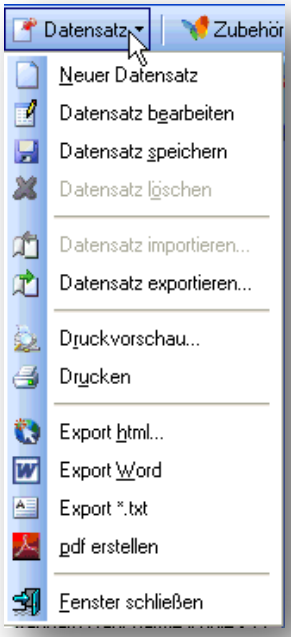
| Nr. | Beschreibung | Erläuterungen |
|---|---|---|
| 1 | Menüleiste | Bestehend aus den Schaltflächen Datensatz, Zubehör, Zugriff auf das Hilfesystem und für Informationen über firecalc |
| 2 | Symbolleiste | Bestehend aus den Schaltfläche für das Speichern, Löschen, Bearbeiten der Datensätze, Änderung der Voreinstellungen, Druckbefehle, Zugriffe für die Formulare Staub und Brennstoffe |
| 3 | Projektfeld | Bestehend aus Projektliste, Suchfeld für Projekte, Projektauswahl nach Brennstoffen und einem Button um die Datensätze zu verbergen |
| 4 | Abschnitt Allgemeine Angaben | Bestehend aus mehreren informativen Eingabefeldern, Datumseingaben mit Kalender, Auswahl der Anzahl der Meßreihe |
| 5 | Abschnitt Brennstoff | Eingabe- und Auswahlmöglichkeiten für die verwendeten Brennstoffe. Zugriff auf das Formular für die Brennstoffe |
| 6 | Abschnitt Abbrände (Meßreihen) | Eingabe- und Ergebnisfelder. Zugriff auf das Berechnungsformular Strahlungsverluste und das Berechnungsformular „Staub“ (bei festen Brennstoffen). Es können maximal 4 Meßreihen in einem Projekt angelegt werden. |
| 7 | Ergebnisfeld Leistung, Wirkungsgrad | Ergebnisse der Berechnung des indirekten (feuerungstechnischen) Wirkungsgrades, der Verluste und der Leistung |
| 8 | Ergebnisfeld Leistung, Wirkungsgrad für Feuerstätten mit wasserführenden Bauteilen | Ergebnisse der Berechnung des direkten (Kessel-) Wirkungsgrades und der Wasserleistung |
| 9 | Feld Raumheizer mit Wasser | Ergebnisse der Gesamtleistung für Raumheizer mit wasserführenden Bauteilen |
| 10 | Feld „Sonstiges“ | Weitere Ergebnisse wie Abgasmassenstrom, Verbrennungsluftbedarf, Lambda,… |
| 11 | Ergebnisfeld Emissionen | Ergebnisse der Emissionsberechnung Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffe (NOx), Kohlenwassersstoffe (CxHy) und Staub (nur bei Berechnungen mit Festbrennstoffen) |
| 12 | Buttons Rechnung, Datensatzhandling | Schaltflächen (Buttons) für das Ausführen der Berechnung und für Datensatzaktionen (Speichern, Löschen, Neu,..) |

### 3.2.1 Menüleiste



Nach der Auswahl eines der Menüpunkte „Datensatz“ oder „Zubehör“ öffnen sich Klappmenüs, mit deren Befehlen wiederum umfangreiche Funktionen ausgewählt werden können, auf die in den entsprechenden Kapiteln oder in den Beispielberechnungen eingegangen wird.

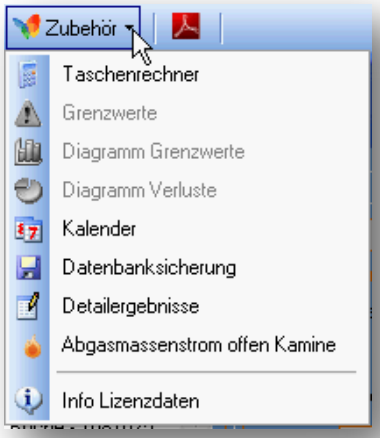
Menüpunkt „Datensatz“




Zugriff auf:

- neuen Datensatz anlegen
- aktiven Datensatz bearbeiten (die Eingabefelder werden geöffnet)
- aktiven Datensatz speichern (die Eingabefelder werden gesperrt)
- aktiven Datensatz löschen
- aktiven Datensatz exportieren
- Druckvorschau
- Direktdruck mit dem Standarddrucker
- Export der Berechnung in eine html-Datei
- Export der Berechnung in eine txt-Datei
- Export der Berechnung in eine Word-Datei
- Erstellung einer pdf-Datei
- Firecalc schließen

Menüpunkt „Zubehör“ und pdf-Erstellung




Zugriff auf:

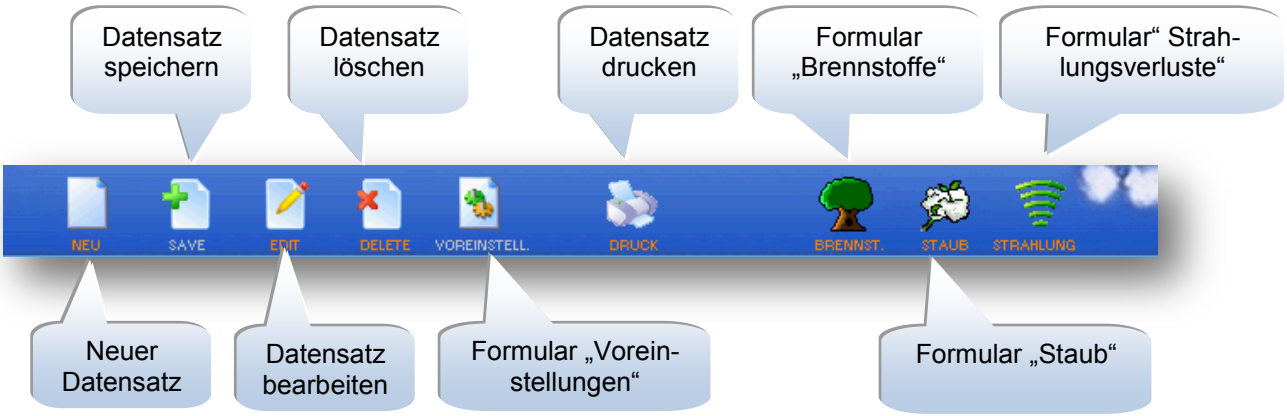
- den Windows-Taschenrechner
- das Aktivieren/Deaktivieren von Grenzwerte für die Berechnung
- Darstellung der Soll-Istwerte der Berechnung durch ein Balkendiagramm
- Darstellung der Verluste durch ein Tortendiagramm
- einen Kalender
- die Datenbanksicherung
- Detailansichten der Ergebnisse
- das Formular „Berechnung von Abgasmassenstrom offene Kamine“
- Informationen über die Lizenzdaten bzw. Eingabefelder für die Lizenzdaten

In den Menüs „Datensatz“ und „Zubehör“ sind nicht alle Funktionen in jedem Bearbeitungsmodus aktiv, so kann z.B. ein Datensatz nur importiert werden, wenn vorher mit „Neuer Datensatz“ die Eingabefelder frei geschaltet werden.

Neben der Auswahl der Funktionen durch Anklicken mit der Maus kann auch mit der Tastatur durch Drücken des unterstrichenen Buchstaben die Funktion gestartet werden, z.B. wird bei geöffneten Klappmenü und Drücken des Buchstaben „p“ eine pdf-Datei des Datensatzes erstellt.

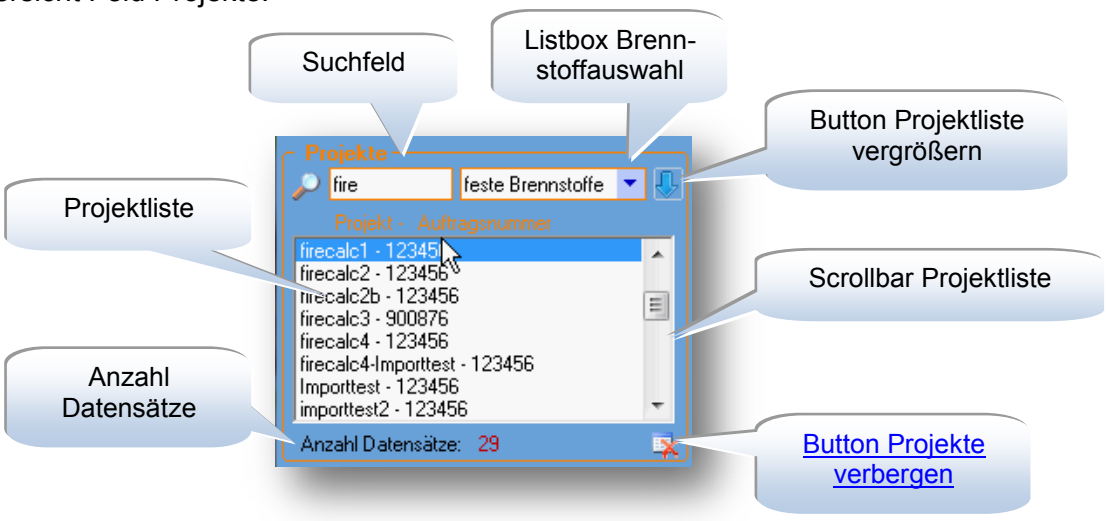
### 3.2.2 Symbolleiste

Durch die über den Eingabe- und Ergebnisfelder angeordnete Symbolleiste mit Schaltflächen (Buttons) können unten erläuterte Aktionen ausgeführt werden. Es sind nicht immer alle Schaltflächen aktiv, z.B. kann ein Datensatz nur dann gespeichert werden, wenn auch Änderungen am gerade aktiven Datensatz ausgeführt worden sind.




### 3.2.3 Feld Projekte mit Projektliste

Übersicht Feld Projekte:




In der Projektliste werden alle Datensätze der Datenbank angezeigt. Die Auswahl erfolgt durch Anklicken. Die entsprechenden in dem Datensatz abgespeicherten Daten werden in den zugehörigen Eingabefeldern angezeigt.

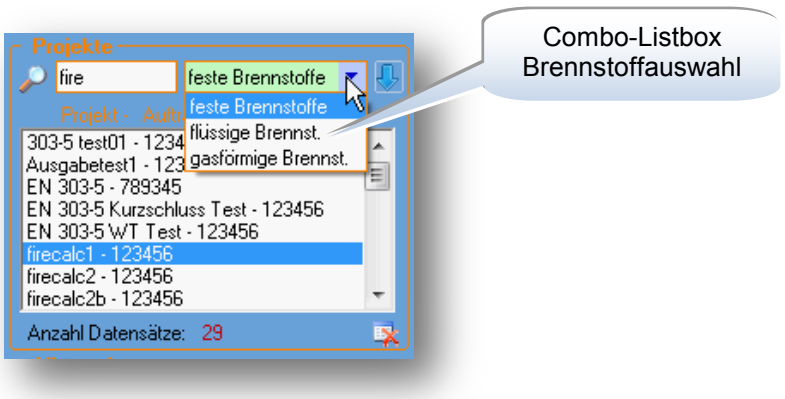
Achtung!

Wenn der aktuelle Datensatz bearbeitet wird (Funktion „Edit“) Edit oder ein neuer Datensatz erstellt wird (Funktion „Neu“) Neu wird die Projektliste gesperrt, damit durch eine unbeabsichtigte Auswahl (Anklicken) eines Eintrages in der Projektiste (also eines abgespeicherten Datensatzes) die eingegebenen Daten in den Eingabefeldern nicht überschrieben und damit gelöscht werden. Die Projektliste wird wieder nach dem Speichern des aktuellen Datensatzes (Save) save oder durch die Funktion „Abbruch“ Abbruch freigegeben.

Eine gesperrte Projektliste kann dadurch erkannt werden, dass die die einzelnen Datensätze in grauer Schriftfarbe dargestellt werden.

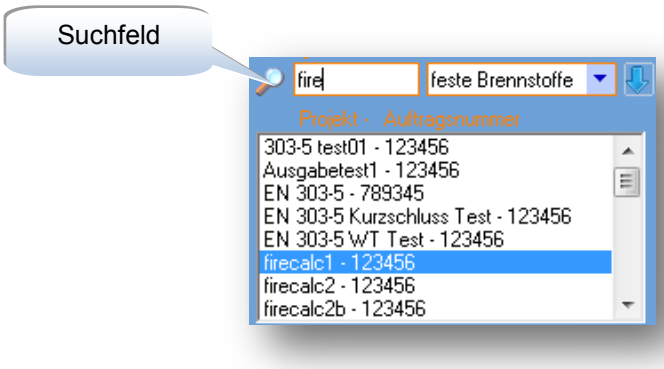
### 3.2.3.1 Brennstoffauswahl

Mit der Combo-Listbox lassen sich in der Projektliste die Datensätze getrennt nach dem verfeuerten Brennstoff auswählen. Es kann zwischen festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen ausgewählt werden. Je nach Brennstoffauswahl werden in der weiter unten erläuterten Projektliste die in der Datenbank vorhandenen Datensätze (Projekte) aufgelistet.



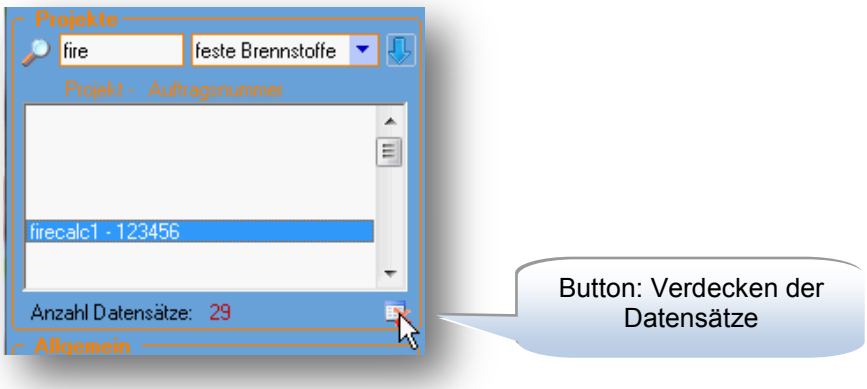

### 3.2.3.2 Suchfeld

Mit Hilfe des Suchfelds können in der Projektliste schnell Datensätze gesucht werden. Nach Eingabe der ersten Buchstaben eines bestehenden Projektnamens in das Suchfeld erfolgt sofort die Markierung der gefunden Datensätze in der Projektliste.




### 3.2.3.3 Button Datensätze verbergen

Mit diesem Button können alle abgespeicherten Datensätze (Projekte) die in der Projektliste angezeigt sind, verdeckt werden. Nur der aktuell markierte Datensatz bleibt sichtbar. Die Datensätze können wieder sichtbar gemacht werden, wenn nochmals auf den Button geklickt wird.

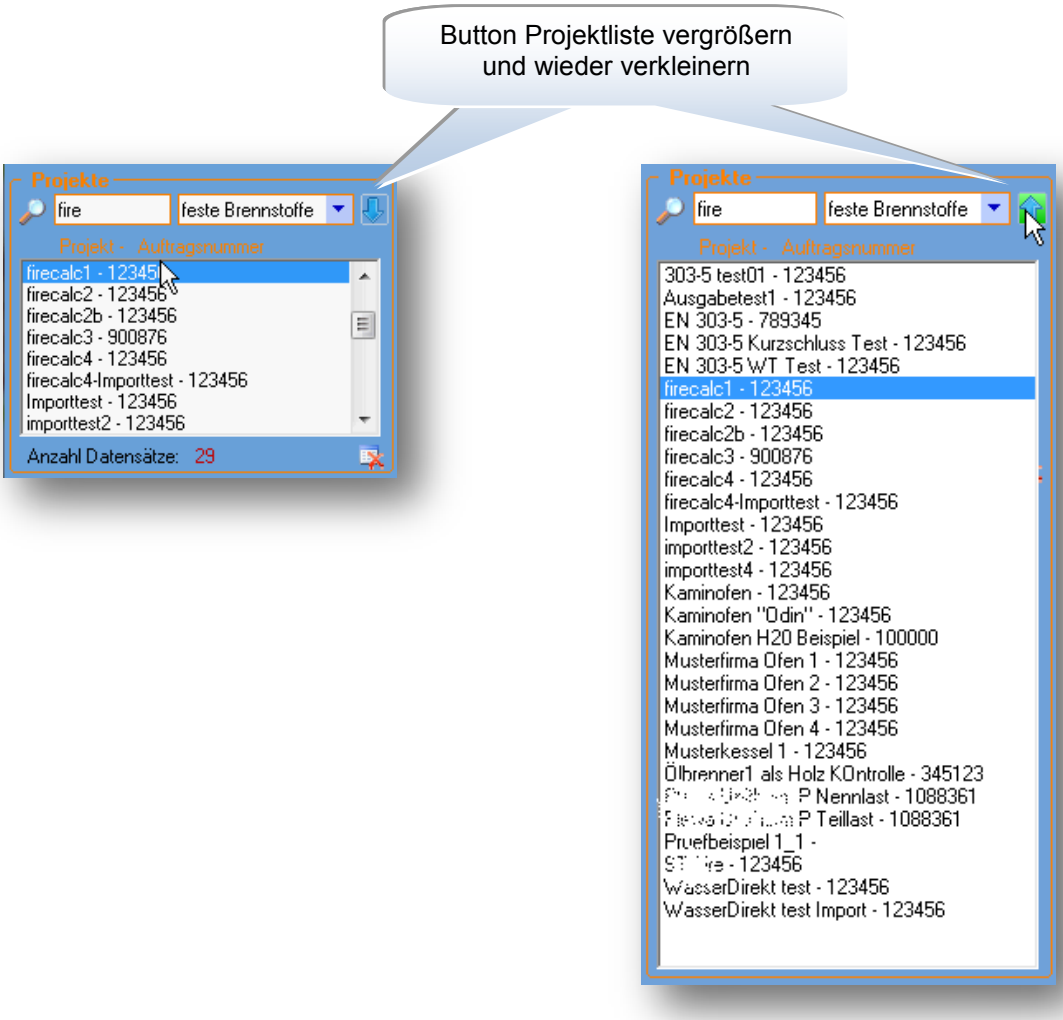


Im Eingabemodus (Edit oder Neu) wird bei Klick auf den Button die Liste unsichtbar:

Die Liste kann mit Klick auf den Button „Liste anzeigen“ wieder sichtbar geschaltet werden.

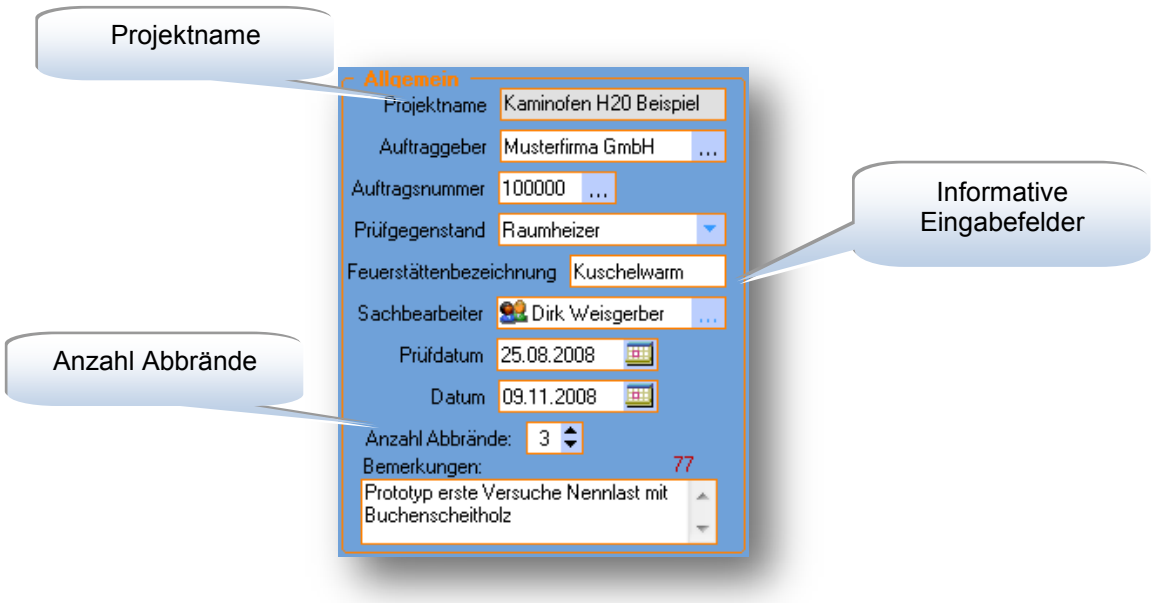
### 3.2.3.4 Button Projektliste vergrößern bzw. verkleinern

Um eine größere direkte Auswahl der gespeicherten Datensätze zu erhalten, kann mit diesem Button die Projektliste vergrößert bzw. verkleinert werden.



### 3.2.4 Feld „Allgemein“

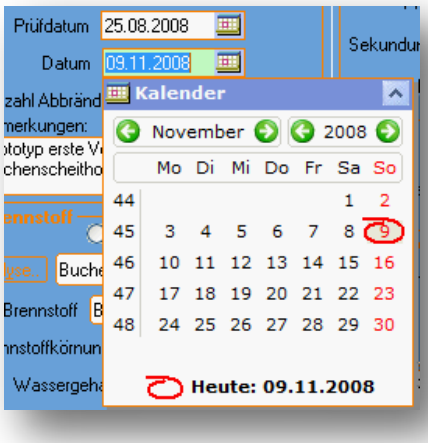
Das Feld „Allgemein“ in der Übersicht



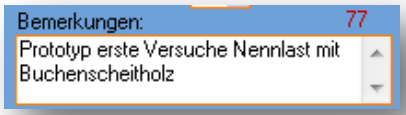

Alle Felder sind bis auf den Projektnamen und die Anzahl der Abbrände rein informativ und müssen nicht ausgefüllt werden. Für den Projektnamen sollte ein aussagekräftiger kurzer Name verwendet werden, da mit diesen Namen im Falle eines Ex/Imports die Dateinamen gebildet werden. Aus diesem Grunde sind auch einige Sonderzeichen für dieses Feld gesperrt.

Im Feld „Anzahl Abbrände“ können für jeden Datensatz maximal 4 Meßreihen ausgewählt werden. Entsprechend der Auswahl wird im Feld „Messdaten/Abbrände“ die entsprechende Anzahl Eingabefelder (Registerkarten) freigeschaltet. Zwischen den einzelnen Meßreihen kann durch Anklicken der Registerkarten im oberen Bereich umgeschaltet werden.

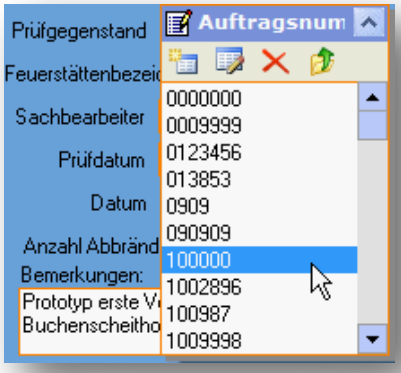
Bei den Feldern „Prüfdatum“ und „Datum“ öffnet sich bei einem Klick auf den rechten „Kalender-symbol“ ein kleiner Kalender mit dem schnell ein Datum ausgewählt werden kann.



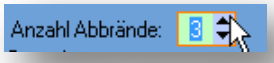
Im Feld Bemerkungen können maximal 130 Zeichen eingegeben werden. Die Anzahl der noch möglichen Zeichen wird rechts über dem Bemerkungsfeld angezeigt. Die Begrenzung der Anzahl der Zeichen wird dadurch verursacht, dass bei längeren Bemerkungstexten die Druck-, pdf- oder Wordausgabe programmtechnisch nicht umgesetzt werden kann.




Die Funktion der rechten Maustaste wurde für alle Bemerkungsfelder in firecalc gesperrt. Ursache hierfür ist, dass bei einem Copy & Paste Vorgang (*Kopieren und Einfügen*) z.B. aus einem Text einer Textverarbeitung unsichtbare Steuerzeichen in das Textfeld eingefügt werden können, wodurch es zu Problemen bei der Speicher- oder Export/Importfunktion geführt hatte. Bitte auch keine Texte mittels der Tastenkombination „Strg V“ in die Bemerkungstextfelder einfügen!




Wird hinter den Eingabefeldern auf ... geklickt, öffnet sich eine sogenannte Floskelliste in denen eine Auswahl angeboten wird. Jede Eingabe wird gespeichert und es kann später darauf zurückgegriffen werden. Die Einträge können gelöscht oder verändert werden.



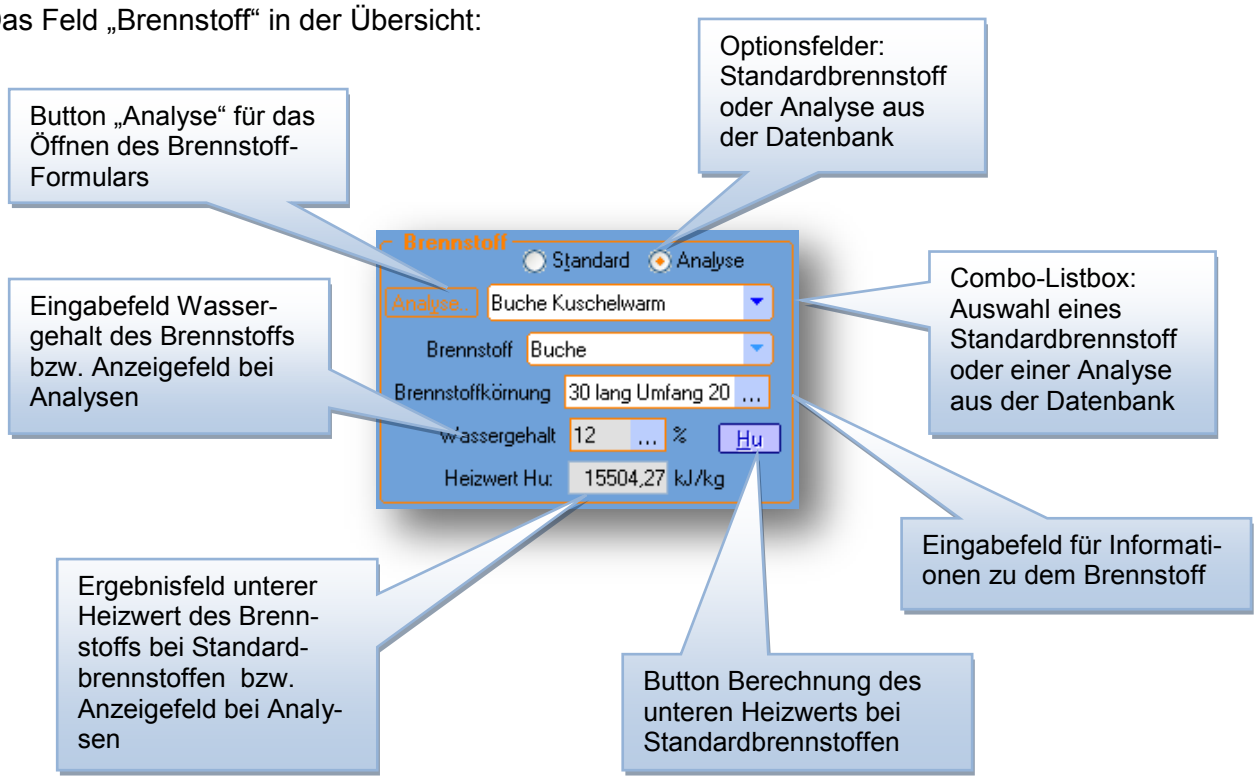

Die Anzahl der zu berechnenden Abbrände bzw. Meßreihen (1 bis max. 4) kann erhöht bzw. verkleinert werden, indem auf die kleinen Pfeile rechts neben dem Wert geklickt wird.

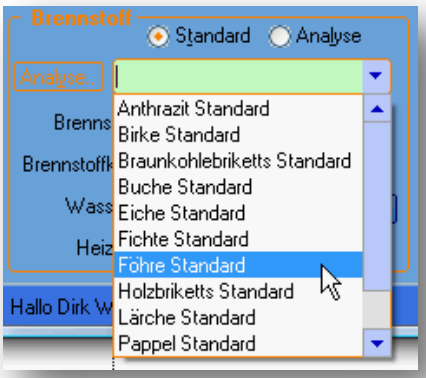
Registerkarten “Abbrände“ 1 - 4
(durch Anklicken auswählen)

### 3.2.5 Feld „Brennstoffe“

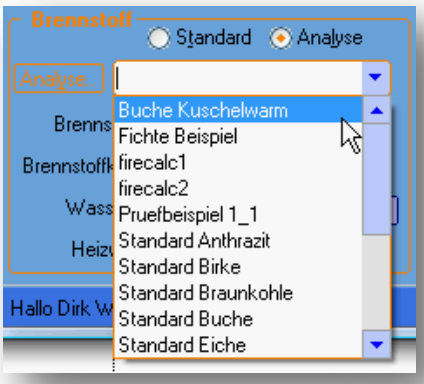
Im Feld „Brennstoff“ muss der für die Berechnung verwendete Brennstoff ausgewählt werden. Es können entweder Standardbrennstoffe mit Eingabe des Wassergehaltes oder in der Brennstoffdatenbank gespeicherte Brennstoffanalysen ausgewählt werden. Die Standardbrennstoffe stammen aus der Fachliteratur. Mit diesen Brennstoffen kann abschätzend gerechnet werden, wenn keine Brennstoffanalyse vorliegt. Bei Auswahl einer vorher eingegebenen Analyse werden der Wassergehalt und der Heizwert aus der Datenbank in den entsprechenden Feldern angezeigt.

Das Feld „Brennstoff“ in der Übersicht:




Standardbrennstoffe




Brennstoffe aus der Datenbank

Standardbrennstoffe sind nur für feste Brennstoffe vorhanden. Bei Berechnungen mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen kann nur auf vorher eingegebene Analysen zugegriffen werden.

Achtung!

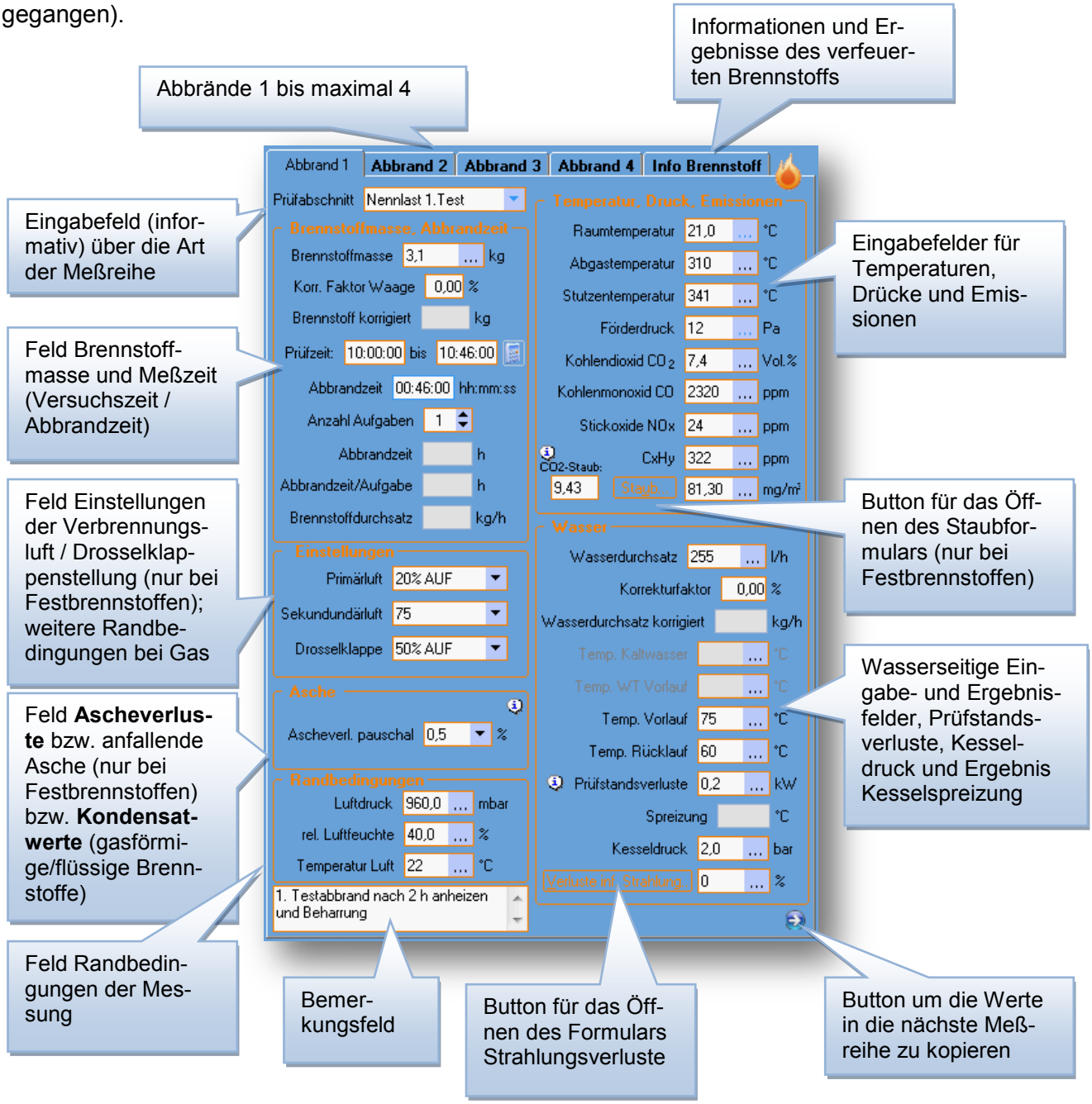
Wenn mit einer selbst eingegebenen Brennstoffanalyse aus der Datenbank gerechnet wird, werden nach dem Speichern des Datensatzes die eingegebenen Analysenbestandteile und Heizwerte in den Hauptdatensatz gespeichert. Falls nachträglich die Brennstoffanalyse im Formular „Brennstoffe“ geändert wird, erfolgt keine automatische Aktualisierung der Brennstoffdaten im Hauptdatensatz. Hier muss in der Combo-Listbox „Analyse“ der aktualisierte Brennstoffdatensatz erneut ausgewählt werden und anschließend der Hauptdatensatz gespeichert werden.

Dies muss für alle Hauptdatensätze in der diese Brennstoffanalyse verwendet wird, durchgeführt werden.

### 3.2.6 Feld Abbrände (Meßreihen)

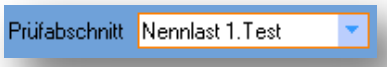
In dem Eingabe- und Ergebnisfeld Abbrände können 1 bis maximal 4 Meßreihen eingegeben und berechnet werden. Die Anzahl der Meßreihen werden wie im Feld „Allgemein“ beschrieben ausgewählt.

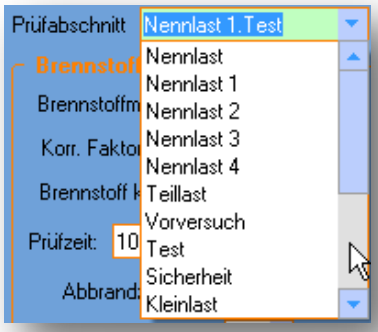
Die 4 Meßreihen sind alle identisch aufgebaut (Beispiel Festbrennstoffe; auf die Unterschiede bei flüssigen und gasförmigen Brennstoffen wird in den einzelnen Erklärungen weiter unten eingegangen).



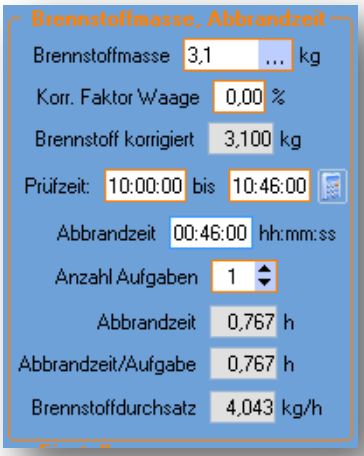
### 3.2.6.1 Informationsfeld „Prüfabschnitt“

In diesem Eingabefeld können eigene Informationen über die Art der vorgenommenen Messung eingegeben werden oder durch Auswahl in der Combobox schnell ausgewählt werden. Dieses Feld dient nur zur Information, es müssen keine Eingaben vorgenommen werden.

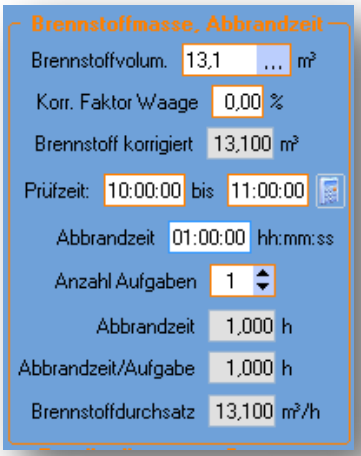



### 3.2.6.2 Feld Brennstoffmasse/Brennstoffvolumen und Meßzeit (Versuchszeit/ Abbrandzeit)




Feste und flüssige Brennstoffe (Brennstoffmasse in kg)




Gasförmige Brennstoffe (alternativ kann auch im Formular „Voreinstellungen“ der Gasverbrauch in kg eingestellt werden).

Erläuterungen zu den einzelnen Eingabe- und Ergebnisfeldern:

| | | |
|---|---|---|
| • Brennstoffmasse bzw. Brennstoffvolumen | kg bzw. m³ | Pflichteingabefeld für die über die Meßzeit verfeuerte Brennstoffmasse / Brennstoffvolumen. In dieses Feld muss zwingend eine Eingabe erfolgen, eine Berechnung mit „0“ ist nicht möglich. |
| • Korrekturfaktor Waage bzw. Korrekturfaktor Volumendurchflussmessgerät | -- | Pflichteingabefeld, falls das verwendete Meßgerät einen Korrekturfaktor z.B. gemäß einer Kalibrierkurve aufweist |
| • Brennstoffmasse / Volumen korrigiert | kg/m³ | Ergebnisfeld der Korrekturrechnung |
| • Prüfzeit | hh:mm:ss | Start- und Endzeit der Messung (informativ) |

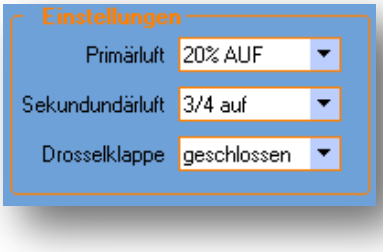
| | | |
|---|---|---|
| • Abbrandzeit (Meßzeit) | hh:mm:ss | Pflichteingabefeld der Mess- bzw. Abbrandzeit. Diese Zeit kann auch mit dem Button neben der Endzeit ausgerechnet werden |
| • Anzahl Aufgaben | -- | Hier können z.B. bei Raumheizern für feste Brennstoffe die Anzahl der durchgeführten Abbrände über die Meßzeit eingetragen werden |
| • Abbrandzeit (Meßzeit) | h | Ergebnisfeld der Meßzeit in Stunden |
| • Abbrandzeit / Aufgabe | h | Ergebnisfeld der Abbrandzeit/Aufgabe |
| • Brennstoffdurchsatz | kg/h bzw. m³/h | Ergebnisfeld verfeuerter Brennstoff in der Meßzeit |

### 3.2.6.3 Feld Einstellungen / Randbedingungen

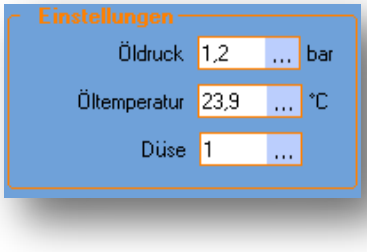
Je nach verfeuertem und voreingestelltem Brennstoff unterscheiden sich die notwendigen Eingaben in diesem Feld.

Für Berechnungen mit festen Brennstoffen können informative Eingaben über die Einstellungen der Verbrennungsluftzufuhreinrichtungen bzw. (falls vorhanden) über die Stellung der Drosselklappe angegeben werden.

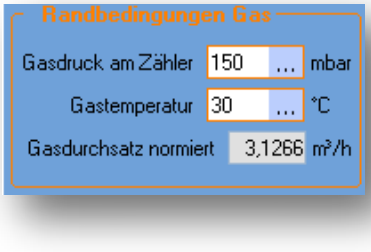
Für Berechnungen mit flüssigen Brennstoffen können informative Eingaben über den Öldruck, die Öltemperatur bzw. über die verwendete Düse angegeben werden.




Feste Brennstoffe




Flüssige Brennstoffe




Gasförmige Brennstoffe

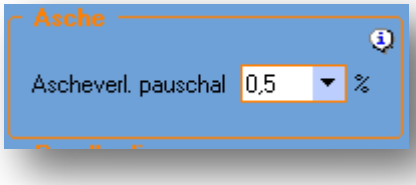
Für Berechnungen mit gasförmigen Brennstoffen müssen die Pflichteingabefelder des Gasdrucks am Gaszähler in mbar und die Gastemperatur am Gaszähler eingegeben werden. Mit diesen beiden Werten, dem Umgebungsluftdruck und dem korrigierten verfeuerten Brennstoff über die Versuchszeit wird der normierte Gasdurchsatz berechnet. Grundlage der Berechnung sind die im Formular „Voreinstellungen“ angegebene Prüf- bzw. Meßgrundlage. Weitere Erläuterungen sind im entsprechenden Kapitel des Formulars „Voreinstellungen“ sowie bei den Erläuterungen „Gasberechnung“ zu finden.

### 3.2.6.4 Feld Ascheverluste (Festbrennstoffe) bzw. Kondensationswerte (Gas/Flüssig)

Bei der Verfeuerung von festen Brennstoffen müssen in den Pflichteingabefeldern die anfallende Asche (Masse und Bestandteil Brennbares in der Asche (i.d.R. nur Kohlenstoff) für eine ausreichend genaue Berechnung) eingegeben werden.

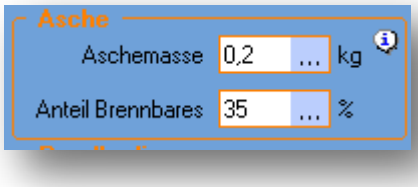
Hierbei kann ein Verlust in %-Anteil des Energieinputs berücksichtigt werden (zulässig nach einigen Raumheizernormen unter gewissen Bedingungen) oder direkt die ermittelte Aschemasse mit dem Anteil Kohlenstoff in der Asche eingegeben werden.

Bei Berechnungen mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen muss bei Kondensationsbetrieb (Brennwertgeräte) die Pflichteingabe Kondensationsmenge über die Meßzeit eingegeben werden. Die Angabe der Kondensattemperatur ist nur informativ.




Feste Brennstoffe

Flüssige/gasförmige Brennstoffe

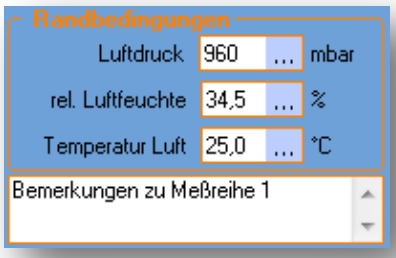



### 3.2.6.5 Randbedingungen

Im Feld „Randbedingungen“ müssen als Pflichteingabefelder bei flüssigen Brennstoffen die relative Luftfeuchte und die Lufttemperatur bei dieser Messung eingegeben werden, da z.B. gemäß EN 267 „Ölbrenner mit Gebläse“ eine Korrekturrechnung auf eine festgelegte Feuchte vorgenommen werden muss. (weitere Erläuterungen). firecalc berechnet mit diesen beiden Daten die absolute Feuchte in g/kg.

Ansonsten wird die Verbrennungsluft enthaltene Wasserdampfanteil (Luftfeuchte), weil für die Ergebnisse unbedeutend, vernachlässigt.

Der Umgebungsluftdruck ist ein Pflichteingabefeld bei Berechnungen mit gasförmigen Brennstoffen, da mit diesem Wert der Norm-Brennstoffdurchsatz berechnet wird. Weitere Erläuterungen siehe im Kapitel Erläuterungen Gasberechnung)

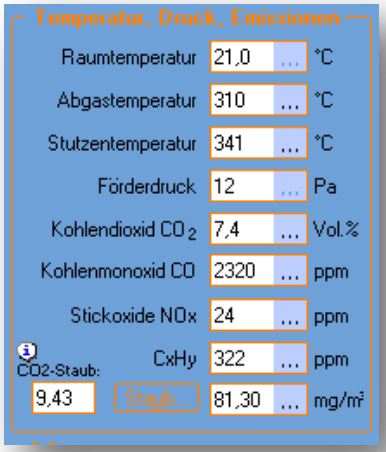



Unter dem Feld „Randbedingungen“ können einige informative Bemerkungen zu der durchgeführten Meßreihe eingegeben werden.

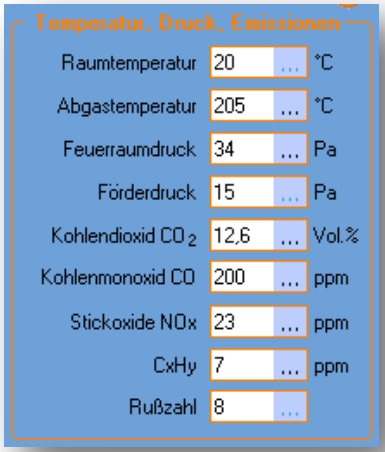
⚠ Die Funktion der rechten Maustaste wurde für alle Bemerkungsfelder in firecalc gesperrt. Ursache hierfür ist, dass bei einem Copy & Paste Vorgang (*Kopieren und Einfügen*) z.B. aus einem Text einer Textverarbeitung unsichtbare Steuerzeichen in das Textfeld eingefügt werden können, wodurch es zu Problemen bei der Speicher- oder Export/Importfunktion geführt hatte. Bitte auch keine Texte mittels der Tastenkombination „Strg V“ in die Bemerkungstextfelder einfügen!

### 3.2.6.6 Feld Temperatur, Druck, Emissionen

Eingabefelder für Emissionen, Temperaturen und Drücke




Feste Brennstoffe
(mit Staub)




Gasförmige und flüssige Brennstoffe
(mit Rußzahl)

Erläuterungen zu den einzelnen Eingabefeldern:

- Raumtemperatur — °C
  Pflichteingabefeld für die Raumtemperatur.
  Die Raumtemperatur des Prüflaboratoriums muss an einem Punkt gemessen werden, der sich auf dem Umfang eines Kreises mit einem Radius von 1,2 m, ausgehend von der Seite der Feuerstätte in einer Höhe von 0,5 m über dem Waagenpodest und außerhalb des Einflussbereiches der direkten Strahlung befindet.
- Abgastemperatur (Meßstreckentemperatur) — °C
  Pflichteingabefeld für die Meßstreckentemperatur.
  Mit der Abgastemperatur (Temperatur in der Meßstrecke) werden neben den Abgasbestandteilen die thermischen Verluste berechnet. Je nach Feuerstätte werden unterschiedliche Messverfahren verlangt (Raumheizernormen: Abgaspyrometer, Heizkessel: Sternmessung)
- Stutzentemperatur (nur bei Festbrennstoffen) — °C
  Pflichteingabefeld für die Stutzentemperatur.
  Die Temperatur am Feuerstättenausgang (im Heizgas bzw. Abgasstutzen) wird für spätere feuerungstechnische Berechnung der Abgasanlage benötigt. Die Stutzentemperatur ist Bestandteil des Abgaswertetripels. Die Stutzentemperatur geht nicht in die Berechnung der thermischen Verluste ein.
- Förderdruck — Pa
  Informatives Eingabefeld für den Förderdruck in der Meßstrecke.
  Der Förderdruck (auch Unterdruck bzw. Zug) muss nach der entsprechenden Produktnorm in der Meßstrecke eingestellt werden. Der Förderdruck ist Bestandteil des Abgaswertetripels und wird für spätere feuerungstechnische Berechnung der Abgasanlage benö-

| | | |
|---|---|---|
| | | tigt. Der Förderdruck geht nicht in die Berechnung der thermischen Verluste der Feuerstätte ein. |
| • Feuerraumdruck (nur bei Berechnungen mit Gas und Öl) | Pa | Informatives Eingabefeld für den Unterdruck im Feuerraum. Wichtig für Brenner um den erforderlichen Gegendruck im Flammrohr bzw. Kessel einzustellen. |
| • Kohlendioxid $CO_2$ oder alternativ Sauerstoff $O_2$ | % Vol. | Je nach der vorgenommenen Voreinstellungen der Meßgröße in dem Formular „Voreinstellungen“ wird in diesem Pflichteingabefeld der Kohlenstoffdioxidgehalt $CO_2$ bzw. Sauerstoffgehalt $O_2$ der trockenen Abgase in % Volumenanteil eingetragen. In dieses Feld muss zwingend eine Eingabe erfolgen, eine Berechnung mit „0“ ist nicht möglich. |
| • Kohlenmonoxid CO | ppm | Kohlenstoffmonoxidgehalt der trockenen Abgase. Falls kein Eintrag in das Eingabefeld erfolgt wird automatisch mit „0“ gerechnet. Ein Informationshinweis erfolgt. |
| • Stickoxide NOx | ppm | Die Summe der Emissionen von Stickstoffoxid und Stickstoffdioxid der trockenen Abgase, berechnet und angegeben als Stickstoffdioxid $NO_2$.<br>Falls kein Eintrag in das Eingabefeld erfolgt wird automatisch mit „0“ gerechnet. Ein Informationshinweis erfolgt. |
| • Kohlenwasserstoffe (CxHy, OGC, THC) | ppm | Je nach der vorgenommenen Voreinstellungen der Meßgröße in dem Formular „Voreinstellungen“ wird in diesem Pflichteingabefeld der CxHy, OGC oder der THC-Gehalt der feuchten Abgase in ppm eingetragen. Falls kein Eintrag in das Eingabefeld erfolgt wird automatisch mit „0“ gerechnet. Ein Informationshinweis erfolgt. |
| • Staub und $CO_2$ für Staub | mg/Nm³ | Pflichteingabefeld bei Berechnungen mit festen Brennstoffen. Falls kein Eintrag in das Eingabefeld erfolgt wird automatisch mit „0“ gerechnet. Ein Informationshinweis erfolgt. Der über die Staubmeßzeit ermittelte $CO_2$-Wert muss in das Feld $CO_2$-Staub eingetragen werden. |
| • Ruß | | Informatives Eingabefeld für Ruß bei Berechnungen mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen. Ruß tritt bei unvollständigen Verbrennungsvorgängen als unerwünschtes Produkt auf. In alten Heizungsanlagen setzt sich Ruß beim Abkühlen als Produkt der unvollständigen Verbrennung ab und verursachte das Versotten von Schornsteinen.<br>Definition Rußzahl: Grad der Schwärzung eines Filterpapieres |

### 3.2.6.7 Feld „Wasser“

In die Eingabefelder „Wasser“ müssen die notwendigen Eingaben bei der Messung von wasserführenden Bauteilen (Wasserwärmetauscher, Kessel) für die Berechnung der Wasserleistung und des wasserseitigen Wirkungsgrades eingegeben werden. In diesem Feld müssen auch die Strahlungsverluste der Kesseloberfläche eingegeben werden. Weitere Informationen sind in den entsprechenden Kapiteln nachzulesen.

Je nach der vorgenommenen Voreinstellungen in dem Formular „Voreinstellungen“

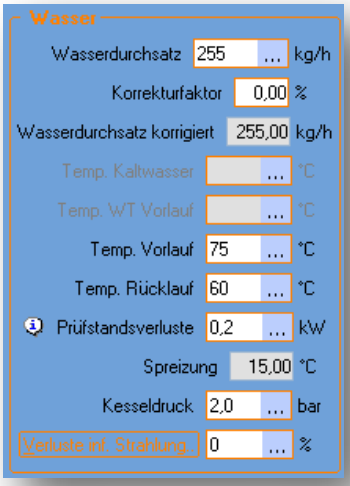
- Messung Wasser in l/h oder in kg/h
- Meßstrecke Wasser Direktmessung, Kurzschluß oder Wärmetauscher

werden die entsprechenden Eingabefelder freigeschaltet oder geblockt, so dass dort keine Eingabemöglichkeiten bestehen.

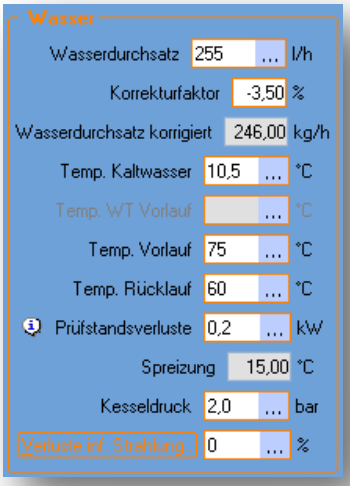
Im Falle, dass der Wasserdurchsatz in Liter/Stunde (l/h) eingegeben wird erfolgt eine Umrechnung in kg/h. Für die hierfür notwendige Berechnung der Wasserdichte wird angenommen, dass das Meßgerät für den Wasserdurchsatz in der Nähe der jeweils kältesten Wassertemperatur

angeordnet ist (Kurzschlußmeßstrecke = Kaltwassertemperatur, Direktmessung = Rücklauftemperatur, Wärmetauschermeßstrecke = Rücklauf Wärmetauscher).

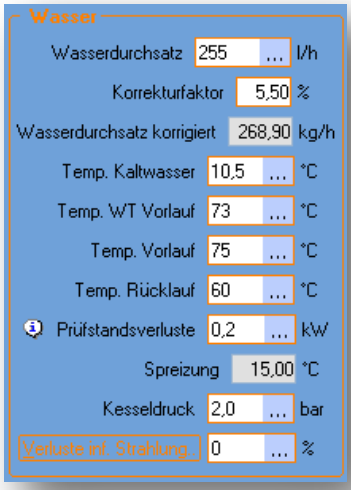
Weitere detaillierte Erläuterungen siehe Formular „Voreinstellungen“ und bei „Wassermeßstrecke“.




Wassermeßstrecke „Direktmessung“




Wassermeßstrecke „Kurzschluß“




Wassermeßstrecke „Wärmetauscher“

Erläuterungen zu den einzelnen Eingabefeldern:

| | | |
|---|---|---|
| • Wasserdurchsatz | l/h oder kg/h | Pflichteingabefeld für die ermittelte Wassermenge / Wasserdurchfluß je Zeiteinheit (Meßzeit). Falls kein Eintrag in das Eingabefeld erfolgt wird automatisch mit „0“ gerechnet. Ein Informationshinweis erfolgt. |
| • Korrekturfaktor Wasserdurchsatzmessung | -- | Pflichteingabefeld, falls das verwendete Meßgerät für die Messung des Wasserdurchflusses einen Korrekturfaktor z.B. gemäß einer Kalibrierkurve aufweist. Falls kein Eintrag in das Eingabefeld erfolgt wird automatisch mit „0“ gerechnet. Ein Informationshinweis erfolgt. |
| • Wasserdurchsatz korrigiert | kg/h | Ergebnis der Korrekturrechnung. |
| • Temp. Kaltwasser bzw. WT-Rücklauftemperatur bei WT-Meßstrecke | °C | Pflichteingabefeld für die Kaltwassertemperatur in °C. Kaltwassertemperatur des in den Kesselkreislauf eingespeisten Kaltwasser-Massenstromes. Falls kein Eintrag in das Eingabefeld erfolgt wird automatisch mit „0“ gerechnet. Ein Informationshinweis erfolgt. |
| • Temp. WT-Vorlauf | °C | Pflichteingabefeld für die Wärmetauscher- Vorlauftemperatur in °C. Die vom Kessel gelieferte Wärmeleistung wird durch einen Wärmeaustauscher an das Kühlwasser (Temp. Kaltwasser) übertragen. Die von diesem aufgenommene Wärmeleistung wird aus dem Durchfluss und der Temperaturerhöhung des Kühlwassers (Temp. WT-Vorlauf) ermittelt. Falls kein Eintrag in das Eingabefeld erfolgt wird automatisch mit „0“ gerechnet. Ein Informationshinweis erfolgt. |
| • Temp. Vorlauf | °C | Pflichteingabefeld für die Vorlauftemperatur (Heißwassertemperatur) des Kessels am Austritt in °C. Falls kein Eintrag in das Eingabefeld erfolgt wird automatisch mit „0“ gerechnet. Ein Informationshinweis erfolgt. |
| • Temp. Rücklauf | °C | Pflichteingabefeld für die Rücklauftemperatur des Kessels am Eintritt in den Kesselkörper in °C. Falls kein Eintrag in das Eingabefeld erfolgt wird automatisch mit „0“ gerechnet. Ein Informationshinweis |

erfolgt.

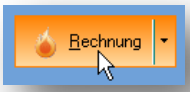
| | | |
|---|---|---|
| • Prüfstandsverluste | kW | Pflichteingabefeld der Wärmeverluste bzw. Wärmegewinne durch die Versuchsstrecke und Versuchsaufbauten die bei der Berechnung der Nutzwärme berücksichtigt werden müssen. Bei kurzer, gut wärmegedämmter Wassermeßstrecke sind deren Wärmeverluste klein.<br>Die Wärmeentwicklung z.B. einer Pumpe in der Versuchsstrecke ist zu berücksichtigen. Falls kein Eintrag in das Eingabefeld erfolgt wird automatisch mit „0“ gerechnet. Ein Informationshinweis erfolgt. |
| • Spreizung | °C | Ergebnisfeld der Temperaturdifferenz zwischen dem Kessel-Vorlauf und dem Kessel-Rücklauf |
| • Kesseldruck | bar | Informationseingabefeld über den Überdruck im Kesselkörper |
| • Verluste infolge Strahlung | Watt oder %-Anteil von QF | Pflichteingabefeld für die Wärmeverluste der äußeren Oberfläche der Feuerstätte (nicht bei Raumheizern). Weitere Informationen siehe Kapitel über das Formular Strahlungsverlsute. Falls kein Eintrag in das Eingabefeld erfolgt wird automatisch mit „0“ gerechnet. Ein Informationshinweis erfolgt. |

### 3.2.6.7 Button „Übertrag“

Beim Anklicken dieses Buttons können die Eingabewerte einer Messreihe auf die nächste Messreihe übertragen werden. Hierdurch müssen z.B. bei gleichbleibenden Randbedingungen alle Werte erneut eingegeben werden. Als Startzeit der Messung wird die Endzeit der Messung der letzten Messreihe eingefügt.

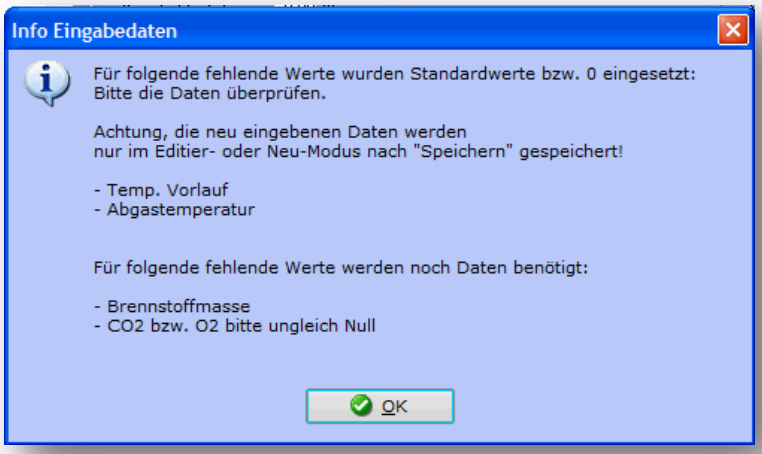
### 3.2.7 Berechnung durchführen

Wurden alle notwendigen Daten eingefügt, kann durch Mausklick auf den Berechnungsbutton die Berechnung durchgeführt werden.




firecalc prüft vor jeder Berechnung die Daten auf Vorhandensein und einige Daten auf Plausibilität. Im Falle, dass z.B. Daten vergessen wurden öffnet sich ein Hinweisfenster mit Informationen welche Daten fehlen, ob die fehlenden Daten durch Standardwerte ersetzt worden sind, oder ob noch Eingaben notwendig sind. Im letzteren Fall wird die Berechnung abgebrochen und der Eingabecursor springt automatisch in das entsprechende Eingabefeld.

Im folgenden Beispiel fehlten die Daten Brennstoffmasse, Abgastemperatur, Vorlauftemperatur des Warmwassererzeugers und für Kohlendioxid $CO_2$ wurde der Wert 0 eingesetzt. Nachfolgendes Informationsfenster erscheint:


Info Eingabedaten
Für folgende fehlende Werte wurden Standardwerte bzw. 0 eingesetzt:
Bitte die Daten überprüfen.
Achtung, die neu eingebenen Daten werden
nur im Editier- oder Neu-Modus nach "Speichern" gespeichert!
- Temp. Vorlauf
- Abgastemperatur
Für folgende fehlende Werte werden noch Daten benötigt:
- Brennstoffmasse
- CO2 bzw. O2 bitte ungleich Null
OK

Für die bei der Berechnung wichtigen Daten Abgastemperatur und Vorlauftemperatur Wasser wurde in den entsprechenden Eingabefeldern der Wert Null eingefügt. Die Werte sind sicherlich nicht sinnvoll. Dies ist beabsichtigt, da unsinnige Ergebnisse berechnet werden, die nach Durchsicht sicherlich durch das Einfügen der korrekten Temperaturen nach einer erneuten Berechnung korrigiert werden können.

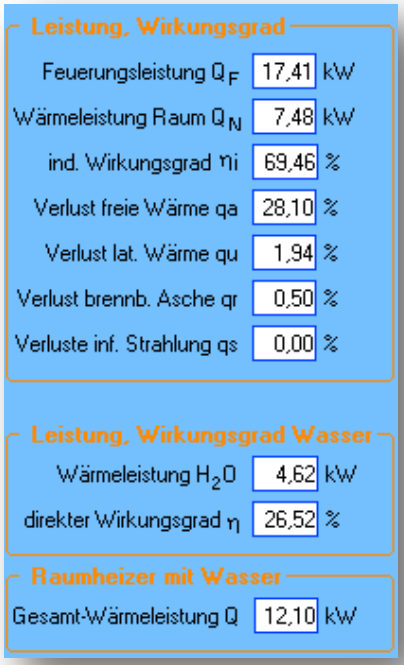
Für die Brennstoffmasse und für den Kohlendioxidgehalt muss zwingend ein Wert außer Null eingegeben werden. Bei einer Berechnung mit dem Wert Null würde in eine der durchgeführten Berechnungsroutinen eine Division durch Null durchgeführt, die vermieden werden muss.

Im Falle, dass der Datensatz zu einem früheren Zeitpunkt mit fehlenden oder nicht zulässigen Daten gespeichert wurde, die Eingabefelder des Datensatzes vor der Berechnung nicht mit „Edit“ geöffnet wurden, erfolgt ein Hinweis, dass die automatisch und selbst eingefügten Werte nicht automatisch gespeichert werden. Hierzu müssen die Eingabefelder des Datensatzes mit „edit“ für die Bearbeitung freigegeben werden und anschließend mit „save“ abgespeichert werden.

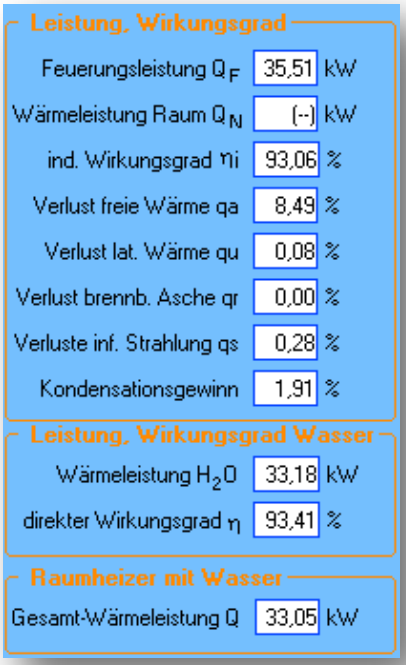
Die Kontrolle der Eingabefelder wird auch in allen anderen Berechnungsformularen durchgeführt.

### 3.2.8 Ergebnisse Leistung (Raum und Wasser) und Wirkungsgrade

Ergebnisfelder für Leistung, Temperaturen und Drücke


Leistung, Wirkungsgrad
Feuerungsleistung $Q_F$ 17,41 kW
Wärmeleistung Raum $Q_N$ 7,48 kW
ind. Wirkungsgrad $\eta_i$ 69,46 %
Verlust freie Wärme qa 28,10 %
Verlust lat. Wärme qu 1,94 %
Verlust brennb. Asche qr 0,50 %
Verluste inf. Strahlung qs 0,00 %
Leistung, Wirkungsgrad Wasser
Wärmeleistung $H_2O$ 4,62 kW
direkter Wirkungsgrad $\eta$ 26,52 %
Raumheizer mit Wasser
Gesamt-Wärmeleistung Q 12,10 kW

Feste Brennstoffe
(Beispiel Berechnung Raumheizer)


Leistung, Wirkungsgrad
Feuerungsleistung $Q_F$ 35,51 kW
Wärmeleistung Raum $Q_N$ (--) kW
ind. Wirkungsgrad $\eta_i$ 93,06 %
Verlust freie Wärme qa 8,49 %
Verlust lat. Wärme qu 0,08 %
Verlust brennb. Asche qr 0,00 %
Verluste inf. Strahlung qs 0,28 %
Kondensationsgewinn 1,91 %
Leistung, Wirkungsgrad Wasser
Wärmeleistung $H_2O$ 33,18 kW
direkter Wirkungsgrad $\eta$ 93,41 %
Raumheizer mit Wasser
Gesamt-Wärmeleistung Q 33,05 kW

Gasförmige und flüssige Brennstoffe
(Beispiel Berechnung Kessel)

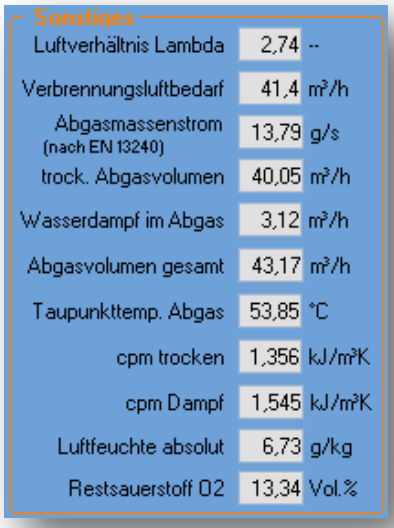
Erläuterungen zu den einzelnen Ergebnisfeldern (weitere Erläuterungen):

- Feuerungsleistung $Q_F$ (Brennstoffwärmeleistung) — kW — Die Feuerungsleistung ist die Wärmeleistung, die dem Wärmeerzeuger mit dem Brennstoff zugeführt wird, wobei der Heizwert Hu zugrunde gelegt wird (Hu= unterer Heizwert, ohne Nutzung der im Abgas vorhandenen Wasserdampf - Energie).
- Wärmeleistung $Q_N$ — kW — Nutzleistung (Nennwärmeleistung, Output). Die abgegebene Wärmeleistung wird aus der Brennstoffwärmeleistung minus der Verluste ermittelt. Hinsichtlich der Berechnung der Wärmeleistung bei der Verbrennung von gasförmigen Brennstoffen sind weiter Erläuterungen im Kapitel „Berechnung der Wärmeleistung und Verluste bei gasförmigen Brennstoffen“ gegeben.
- Indirekter Wirkungsgrad (feuerungstechnischer Wirkungsgrad) — $\eta_i$ — In der Praxis ist das direkte Messen der zugeführten und nutzbar abgegebenen Wärme schwierig oder teilweise unmöglich. Deshalb begnügt man sich bei Messungen meistens mit der Bestimmung des Wirkungsgrades nach der indirekten Methode. Der Wirkungsgrad nach der indirekten Methode in Prozent entspricht der eingesetzten Leistung (Brennstoffenergiestrom $Q_B$, Feuerungsleistung) minus der Verluste (plus der Kondensationswärme, wenn vorhanden).
- Abgasverluste durch freie Wärme $q_A$ — % — Wenn die Abgase die Feuerstätte verlassen, besitzen sie noch eine höhere Temperatur als die Luft und der Brennstoff bei Eintritt in die Feuerung. Diese Differenz des Wärmeinhaltes der Heizgase stellt den bedeutendsten Verlust dar.
- Verlust lat. Wärme $q_U$ (Verluste durch unver- — % — Verlust durch unverbrannte Gase in den Abgasen (praktisch nur der Kohlenstoffmonoxidgehalt).

brannte Gase)

| | | |
|---|---|---|
| • Verluste durch brennbare Rückstände $q_R$ | % | Ergebnisfeld nur für Berechnungen mit Festbrennstoffen. Im Rostdurchfall ist je nach Beschaffenheit des Brennstoffes und der Betriebsweise der Feuerung eine mehr oder weniger große Menge an Unverbranntem enthalten |
| • Verluste infolge Strahlung $q_S$ | % | Ergebnisfeld nur für Berechnungen von Heizkesseln, bei Raumheizern = 0, da Wärmegewinne für den Raum. Verluste über heiße Oberflächen des Wärmeerzeugers ohne dem Wärmeträger von Nutzen zu sein z.B. bei Aufstellung in den nichtbeheizten Bereichen (wird bei Raumheizern nicht berücksichtigt). |
| • Kondensationsgewinne $Q_S$ | % | Ergebnisfeld nur für Berechnungen von flüssigen und gasförmigen Brennstoffen mit planmäßigem Kondensationsbetrieb. Wird bei einem Brennwertkessel das Abgas soweit abgekühlt, dass das bei der Verbrennung verdampfte Wasser kondensiert, kann die dabei freiwerdende Kondensationswärme der Nutzenergie zugute kommen. |
| • Wärmeleistung H2O | kW | Die an den Wärmeträger (Wasser) nutzbar abgegebene Wärmeleistung |
| • Direkter Wirkungsgrad (Kesselwirkungsgrad) | % | Der Wirkungsgrad nach der direkten Methode ist das Verhältnis in Prozent der nutzbaren Leistung (Wärmeleistung $H_2O$) zu der eingesetzten Leistung (Feuerungsleistung). |
| • Gesamtwärmeleistung | kW | Summe aus Raum und Wasserleistung (gilt nur für Raumheizer mit wasserführenden Bauteilen) |

### 3.2.9 Sonstige Ergebnisse




**Luftverhältnis Lambda λ (Luftüberschußzahl)**

Die Luftüberschußzahl Lambda gibt das Verhältnis von tatsächlicher zu der theoretisch notwendigen Luftmenge an. Ein geringer Luftüberschuss verringert den Abgasverlust, kann aber durch lokalen Luftmangel zu vermehrter CO-Entstehung führen.

Bei der Berechnung des Luftüberschusses vernachlässigt firecalc die unter Umständen im Heizgas vorhandenen Anteil von Schwefeldioxid ($SO_2$), da dieser äußerst selten bei Produktprüfungen von Feuerstätten/Brennern gemessen wird. Der aus dem Brennstoff stöchiometrisch

berechneten maximalen Schwefeldioxidanteil ($SO_{2max}$) wird bei der Berechnung von Lambda jedoch berücksichtigt.

**Verbrennungsluftbedarf [m³/h]**
Der Verbrennungsluftbedarf der Feuerung berechnet sich aus der theoretisch erforderliche Luftmenge (Mindestluftbedarf Lmin) multipliziert mit der Luftüberschußzahl (Lambda).

**Abgasmassenstrom m [g/s]**
Der Abgasmassenstrom ist die in einer bestimmten Zeiteinheit abgeführte Masse der Abgase der Feuerstätte. Abgase bestehen aus den Verbrennungsprodukten einschließlich des Stickstoffanteils aus der Verbrennungsluft. Da im Regelfall mit Luftüberschuss die Verbrennung "gefahren" wird, kommt noch der überschüssige Sauerstoffanteil hinzu. Je nach Brennstoffart ist die Zusammensetzung der Abgase unterschiedlich. Als Hauptbestandteile des Abgases sind jedoch immer Kohlenstoffdioxid, Kohlenstoffmonoxid, Wasserdampf, Stickstoff, unverbrannter Kohlenstoff als Ruß, Stickoxide und Aerosole enthalten. Anhand der Verbrennungsrechnung können das Abgasvolumen und die Masse der Abgase bestimmt werden.

Je nach der im Formular „Voreinstellung“ im Punkt Berechnung Abgasmassenstrom voreingestellten Berechnungsmethode wird unter dem Wort Abgasmassenstrom die Berechnungsnorm und bei der Wahl von DIN EN 13384-1 auch der voreingestellte Brennstoff angezeigt.

**Trockenes Abgasvolumen [m³/h]**
Abgasvolumen ohne Wasserdampf in m³/h. Das Abgasvolumen in m³ pro verfeuertem Brennstoff in m³/kg oder bei Gas in m³/m³ kann berechnet werden, in dem das angegebene Abgasvolumen in m³/h durch den Brennstoffdurchsatz geteilt wird. Das Abgasvolumen wird unter Normbedingungen berechnet, also unabhängig von der eingegebenen Abgastemperatur.

Bei Berechnungen mit gasförmigen Brennstoffen wird mit dem gemessenen Brennstoffdurchsatz unter Betriebsbedingungen gerechnet und nicht mit dem normierten Brennstoffdurchsatz, da dieser nur unter Normbedingungen vorliegen würde.

**Wasserdampf im Abgas [m³/h]**
Das feuchte Abgas beinhaltet den Wasserdampf der Abgase. Das Wasserdampfvolumen in m³ pro verfeuertem Brennstoff in m³/kg oder bei Gas in m³/m³ kann berechnet werden, indem das angegebene Wasserdampfvolumen in m³/h durch den Brennstoffdurchsatz geteilt wird.

**Abgasvolumen gesamt**
Summe aus trockenem und feuchtem Abgasvolumen. Das Abgasvolumen wird unter Normbedingungen berechnet, also unabhängig von der eingegebenen Abgastemperatur.

**Taupunkttemperatur des Abgases**
Als Taupunkt eines wasserdampfhaltigen Gases wird die Temperatur bezeichnet, unterhalb welcher ein Auskondensieren des Wasserdampfes erfolgt, d.h. Tauwasserbildung einsetzt. Der Wasserdampf im Abgas kondensiert beim Taupunkt. Da das aus dem Gas stammende Kondenswasser durch Lösen anderer Abgasbestandteile im Allgemeinen sauer reagiert, sollte zur Vermeidung von Korrosion eine Taupunktunterschreitung in herkömmlichen Anlagen weitgehendst verhindert werden. Eine Ausnahme bilden hier die speziell für den Kondensationsbetrieb vorgesehenen Feuerungs- oder Wärmeerzeugungsanlagen.

Der Taupunkt ist abhängig von der Brennstoffart und dem Luftüberschuss. Er steigt auch mit dem Schwefelgehalt des Brennstoffes an, was besonders bei schwefelhaltigen Brennstoffen zu beachten ist (Säuretaupunkt). Die Taupunkttemperatur der Abgase ist umso höher, je höher der Wasser- und Wasserstoffgehalt des Brennstoffes ist.

**Spezifische Wärmekapazität**
Spezifische Wärmekapazität oder kurz spezifische Wärme eines Stoffes ist eine physikalische Eigenschaft und bezeichnet die auf die Masse bezogene Wärmekapazität. Sie gibt an, welche Wärmemenge (gemessen in Joule) einem Stoff zugeführt werden muss, um seine Temperatur um ein Kelvin zu erhöhen.

**Absolute Luftfeuchtigkeit**
Die absolute Luftfeuchtigkeit, auch Wasserdampfdichte oder kurz Dampfdichte, ist die Masse des Wasserdampfs in einem bestimmten Luftvolumen, also dessen Dichte beziehungsweise Konzentration. Sie wird üblicherweise in Gramm Wasser pro Kubikmeter Luft angegeben. Nach oben begrenzt wird sie durch die maximale Feuchte, die während einer Sättigung herrscht.

Die absolute Luftfeuchtigkeit ist ein direktes Maß für die in einem gegebenen Luftvolumen enthaltene Wasserdampfmenge. Sie lässt unmittelbar erkennen, wieviel Kondensat maximal ausfallen kann oder wieviel Wasser verdunstet werden muss, um eine gewünschte Luftfeuchtigkeit zu erhalten.

**Restsauerstoff $O_2$ bzw. Kohlendioxid $CO_2$ (je nach Voreinstellung)**
Berechneter Wert bei Messung und Eingabe von $CO_2$ bzw. $O_2$.

### 3.2.10 Ergebnisse Emissionen

Im diesem Ergebnisfeld werden die Ergebnisse der Emissionsberechnungen dargestellt.

Für Berechnungen mit Festbrennstoffen die Emissionen:

1. Kohlenmonoxid in Vol.%, mg/m³ und mg/MJ
2. Stickstoffoxide (NO und $NO_2$) in mg/m³ und mg/MJ
3. Kohlenwasserstoffe (CxHy, OGC, THC) in ppm trocken, mg/m³ und mg/MJ
4. Staub in mg/m³ und mg/MJ

Für Berechnungen mit flüssigen Brennstoffen die Emissionen:

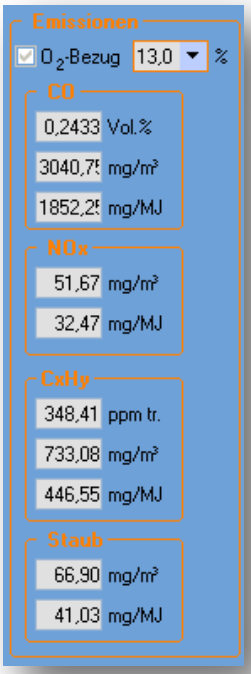
1. Kohlenmonoxid in Vol.%, mg/m³ und mg/MJ
2. Stickstoffoxide (NO und $NO_2$) in mg/m³ und mg/MJ (bzw. mg/kWh)
   a. Korrekturrechnung Stickstoffanteil im ÖL (nach EN267)
   b. Korrekturrechnung Luftfeuchte (nach EN267)
3. Kohlenwasserstoffe (CxHy, OGC, THC) in mg/m³ und mg/MJ (bzw. mg/kWh)

Für Berechnungen mit gasförmigen Brennstoffen die Emissionen:

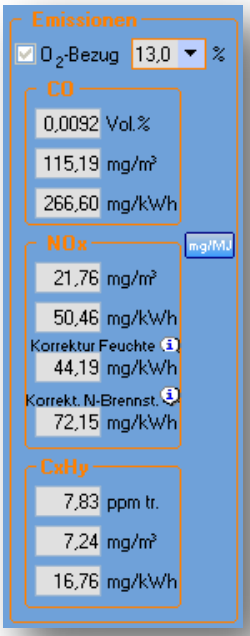
1. Kohlenmonoxid in Vol.%, mg/m³ und mg/MJ
2. Stickstoffoxide (NO und $NO_2$) in mg/m³ und mg/MJ (bzw. mg/kWh)
   a. Korrekturrechnung Luftfeuchte (nach EN 676)
   b. eine Korrekturrechnung hinsichtlich Stickstoffanteil im Brennstoff erfolgt nicht, es wird immer der Wert 0 in das Ergebnisfeld eingefügt.
3. Kohlenwasserstoffe (CxHy, OGC, THC) in mg/m³ und mg/MJ (bzw. mg/kWh)

Hinsichtlich der Ergebnisse der Kohlenwasserstoffe sind im Kapitel „Kohlenwasserstoffe“ und im Kapitel „CxHy“ weitere Erläuterungen gegeben.

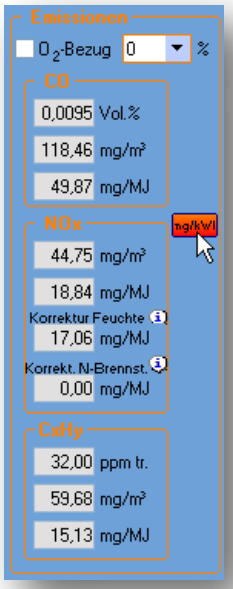
Hinsichtlich der Ergebnisse der Korrekturrechnung der Stickstoffoxide sind im Kapitel „Korrekturrechnung NOx“ weitere Erläuterungen gegeben.




Festbrennstoff




flüssige Brennstoffe




gasförmige Brennstoffe

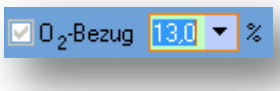
### 3.2.10.1 Bezugsrechnung ($O_2$-Bezug)

Für den Vergleich von Emissionen verschiedener Feuerungen oder verschiedener Versuche (Messungen) wurde eine Bezugsgröße eingeführt, der Sauerstoffgehalt $O_2$. Ohne Normierung der Emissionswerte auf eine Bezugsgröße wäre kein sinnvoller Vergleich mit anderen Daten möglich. Emissionsmeßwerte müssen auf die vorgeschriebene Bezugsgröße umgerechnet werden. Diese Umrechnung wird als Normierung bezeichnet. Damit wird verhindert, dass durch Verdünnung der Abgase mit Falschluft (z.B. am Eintritt in die Meßstrecke) tiefere Emissionswerte ermittelt werden.

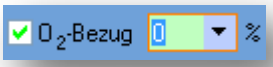
Nachfolgend ein paar Orientierungswerte:

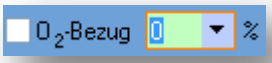
- Bei Kleinfeuerungen für Biomasse gilt in Deutschland einheitlich ein Bezugssauerstoffgehalt von 13 % $O_2$.
- DIN EN 303-5 „Heizkessel für feste Brennstoffe, hand- und automatisch beschickte Feuerungen, Nenn-Wärmeleistung bis 300 kW“ fordert einem Bezugssauerstoffgehalt von 10 % $O_2$.
- Bei großen Holzfeuerungen ab 1000 kW wird mit einem Bezugssauerstoffgehalt von 11 % $O_2$ gerechnet.
- Für Kohlefeuerungen wird z.B. nach der Münchner Brennstoffverordnung oder der 1. BImSchV ein Bezugssauerstoffgehalt von 8 % $O_2$ gefordert.

Die Emissionen CO, NOx, CxHy (bzw. alternativ OGC oder THC) und Staub (bei Festbrennstoff-Feuerungen) mit der Einheit Vol.% und mg/m³ werden von firecalc auf den im Feld $O_2$-Bezug gewählten Sauerstoffbezug umgerechnet.



Bei gasförmigen Brennstoffen kann im Bearbeitungsmodus von firecalc (Edit oder Neu) die Bezugsrechnung ausgeschaltet werden. Wenn gewünscht, kann in dem Ankreuzfeld durch Anklicken das grüne Kreuzchen entfernt werden, die Bezugsrechnung wurde somit ausgeschaltet.




### 3.2.10.2 Umrechnung ppm in mg/Nm³

Emissionsmeßgeräte zeigen in der Regel Werte in Vol.-% oder in Vol.-ppm an (ppm: parts per million: ein Millionstel). Grenzwerte sind dagegen häufig in mg/m³ angegeben. Die Umrechnung von ppm auf mg/m³ erfolgt durch Multiplikation mit der Dichte des Gases bei Normbedingungen (0 °C, 1013 mbar). Der Bezug auf Normbedingungen wird durch die Bezeichnung mg/Nm³ angezeigt (Nm³: Normkubikmeter).

firecalc verwendet folgende Umrechnungsfaktoren von ppm auf mg

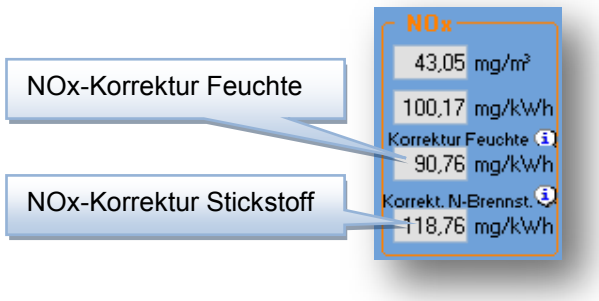
| | | | |
|---|---|---|---|
| Kohlenstoffmonoxid | CO | 1,25 | |
| Stickstoffe | NOx | 2,05 | ($NO_2$) |
| Kohlenwasserstoffe | CxHy | 2,0107 | (C3H8, Propan) |
| | OGC | 1,64 | (C3, organisch gebundener Kohlenstoff) |
| | THC | 0,7175 | (CH4, Methan) |

### 3.2.10.3 Umrechnung mg/Nm³ in mg/MJ bzw. mg/kWh

Für den Vergleich von Emissionswerten verschiedener Brennstoffe, z.B. Öl und Holz müssen die Emissionen auf die erzeugte Energiemenge in mg/MJ oder mg/kWh bezogen werden.

Bei Berechnungen mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen kann mit dem blauen Button „mg/MJ“ der voreingestellte Wert mg/kWh in mg/MJ (und zurück) umgerechnet werden.

### 3.2.10.4 Korrekturrechnung NOx




Korrektur des Einflusses der Temperatur und der Feuchte der Verbrennungsluft auf die NOx-Emissionen bei Ölfeuerungen

Nach DIN EN 267 „Automatische Brenner mit Gebläse für flüssige Brennstoffe“ muss eine Korrektur-Rechnung für den Einfluss der Temperatur und der Feuchte der Verbrennungsluft auf die NOx-Emissionen bei Bezugsbedingungen von 10 g/kg für die Luftfeuchte und 20 °C für die Temperatur vorgenommen werden.

Es gelten folgende Einheiten und Messbereiche:

- NOx in mg/kWh  im Bereich von 50 mg/kWh bis 300 mg/kWh, gemessen bei *h*meas und *t*meas;
- *h*meas Luftfeuchte in g/kg trockener Luft bei der Messung von NOx im Bereich von 5 g/kg bis 15 g/kg;
- *t*meas Temperatur der Verbrennungsluft in °C bei der Messung von NOx im Bereich von 15 °C bis 30 °C

Korrektur des Einflusses des Stickstoffgehalts im Öl auf die NOx-Emissionen

Nach DIN EN 676 „Automatische Brenner mit Gebläse für gasförmige Brennstoffe“ und DIN EN 267 „Automatische Brenner mit Gebläse für flüssige Brennstoffe.

Der Stickstoffgehalt des bei der Prüfung verwendeten Öls ist zu analysieren. Der Stickstoffgehalt sollte dabei im Bereich von 70 mg/kg bis 200 mg/kg liegen.

Die Anforderungen an die NOx–Emission sind auf einen Referenz-Stickstoffgehalt im Öl von 140 mg/kg bezogen. Wird ein anderer Stickstoffgehalt festgestellt, so wird nach der in der Norm angegeben Formel eine Korrekturrechnung durchgeführt.

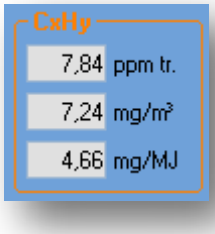
### 3.2.10.5 Kohlenwasserstoffe CxHy, OGC oder THC

Je nachdem welches Meßgerät und welches Kalibriergas verwendet wird oder mit welcher Anforderung das Ergebnis verglichen werden soll, kann in firecalc im Formular „Voreinstellungen“ zwischen folgenden Kohlenwasserstoffen unterschieden werden:

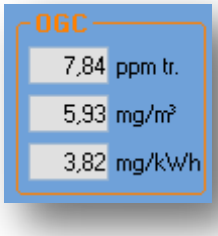
- **$C_XH_Y$** Bei Kalibrierung des Meßgerätes mit Propan ($C_3H_8$) und notwendiger Bewertung für z.B. Deutschland nach "DINPlus" muss $C_XH_Y$ eingestellt werden. Die Berechnung erfolgt hinsichtlich des Gesamtkohlenwasserstoffgehaltes als Propanäquivalent.
- **OGC** Bei Kalibrierung des Meßgerätes mit Propan ($C_3H_8$) oder Methan ($CH_4$) und notwendiger Bewertung für z.B. für Österreich nach "15a" (in mg/MJ) muss OGC eingestellt werden. Die Berechnung erfolgt hinsichtlich der Summe der Emissionen von organisch gebundenem Kohlenstoff, berechnet als elementarer Kohlenstoff.
- **THC** Bei Kalibrierung des Meßgerätes mit Methan ($CH_4$). Die Berechnung erfolgt hinsichtlich des Gesamtkohlenwasserstoffgehaltes als Methanäquivalent.

Kohlenwasserstoffe werden i.d.R. „feucht“ gemessen und trocken bewertet. firecalc führt diese Rechnung aus, was durch den Unterschied des feuchten Eingabewertes zu der Anzeige ppm tr. (trocken) in den Ergebnisfeldern führt. Die Berechnung erfolgt nach DIN EN 15270, Anhang F „Bestimmung des Gehaltes organischer Kohlenwasserstoffe“.

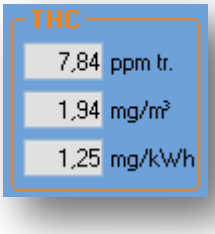
Der Unterschied welche Kohlenwasserstoffe bzw. organisch gasförmiger Verbindungen berechnet werden, ist im Hauptformular in den Rahmenüberschriften und auf den Ausdrucken zu erkennen:




CxHy



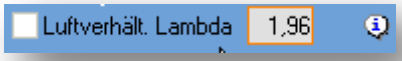

OGC



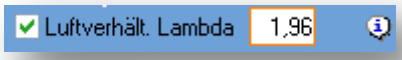

THC

### 3.2.11 Eingabe Lambda (Luftverhältnis λ)

Das Luftverhältnis Lambda λ wird standardmäßig berechnet, wenn eine Berechnung durchgeführt wird. In dem Ergebnisfeld ist die Checkbox unten nicht angekreuzt und das Ergebnis wird angezeigt. Eine Eingabe für Lambda ist nicht möglich. Lambda wird mit dem Eingabewert von $CO_2$ oder $O_2$ (je nach Voreinstellung) und dem stöchiometrisch maximalen $CO_2$max - Gehalt des Brennstoffs berechnet.




Befindet sich der Datensatz im Bearbeitungsmodus oder wird ein neuer Datensatz eingegeben, kann durch „Ankreuzen“ der Checkbox ein Wert für Lambda eingegeben werden und die zugehörigen Werte für $CO_2$ und $O_2$ werden berechnet.

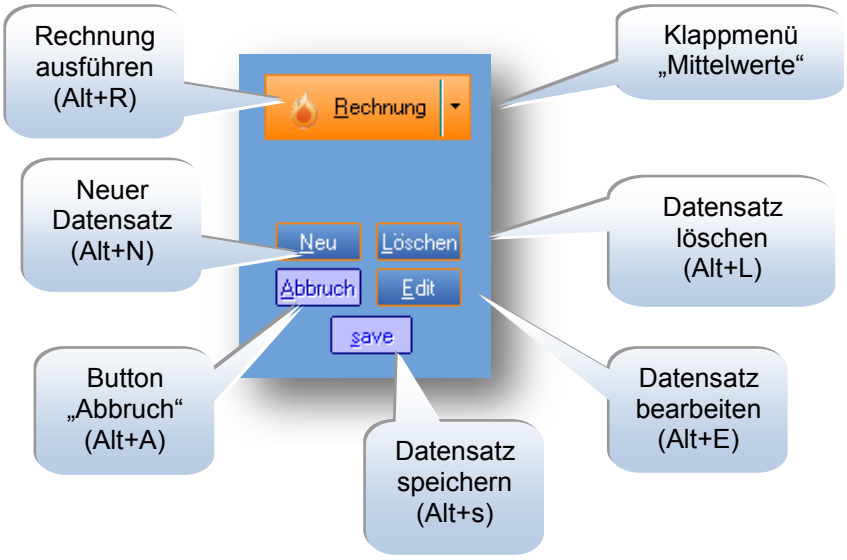



Der Wert für Lambda kann pro Datensatz nur einmal eingegeben werden, es ist nicht möglich für die maximal 4 möglichen Messreihen jeweils einen anderen Wert für Lambda einzugeben. Lambda wird ebenfalls nicht in die Datenbank abgespeichert. Jedoch werden die Ergebnisse für $CO_2$ und $O_2$ gespeichert, so dass nach erneutem Aufruf des Datensatzes und Berechnung der Meßreihe Lambda wieder rechnerisch „rekonstruiert“ wird.

Wird eine Meßreihe ausgedruckt oder wird eine pdf-Datei erzeugt, erscheint hinter dem Wert Lambda ein Hinweis, ob der Wert eingegeben oder ausgerechnet wurde:

### 3.2.12 Buttonfeld

Das Buttonfeld besteht aus Buttons (Schaltflächen) mit denen sich die unten beschriebenen Aktionen ausführen lassen. Je nach Bearbeitungszustand stehen nur ein Teil der Funktionen zur Verfügung. Es ist z.B. der Berechnungsbutton gesperrt, wenn noch kein Datensatz in der Projektliste ausgewählt wurde, oder der Speicherbutton ist gesperrt, wenn gerade gespeichert wurde.



Auf der rechten Seite des Berechnungsbuttons kann durch Anklicken des schwarzen Pfeils eine „Mittelwertberechnung“ der Abbrände (Meßreihen) durchgeführt werden. Die Ergebnisse und weitere Funktionen werden im Kapitel „Formular Mittelwerte“ erläutert.

Die Befehle können neben einem Anklicken eines Buttons auch mit der Tastatur über die Tastenkombination „Alt-Unterstrichener Buchstabe“ ausgelöst werden. Zum Beispiel kann eine Berechnung mit der Tastaturkombination Alt-R ausgelöst werden.

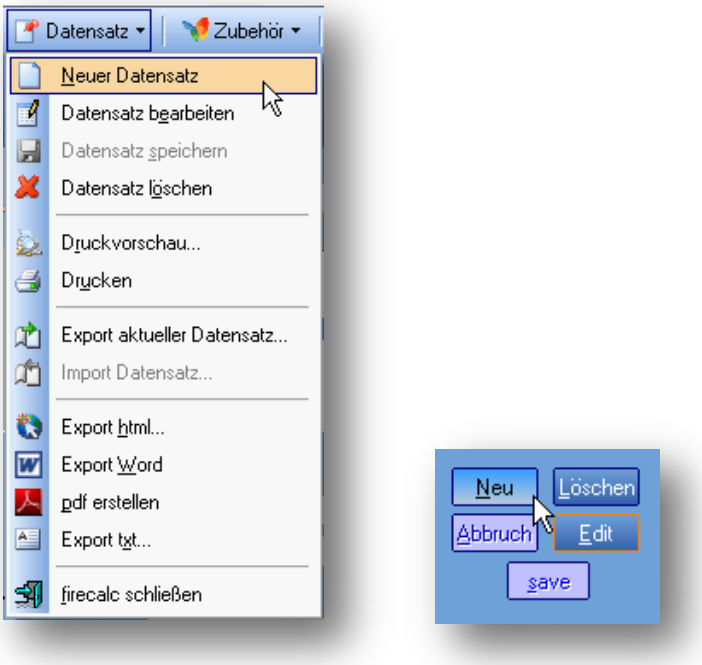
Alle oben beschriebenen Funktionen werden in eigenen Kapiteln erläutert.

### 3.2.13 Funktionen der Menüleiste „Datensatz“ und des Buttonfeldes (teilweise)

#### 3.2.13.1 Neuer Datensatzes

Im Menü Datensatz => „Neuer Datensatz“ oder im Buttonfeld „Neu“ auswählen. Im Falle, dass diese Funktion geblockt ist, muss der aktive Datensatz zuerst gespeichert werden oder im Buttonfeld die Bearbeitung mit „Abbruch“ ohne speichern beendet werden.

In der Projektliste kann die Aktion auch ausgelöst werden, wenn bei ausgeklapptem Menü der Buchstabe „N“ mit der Tastatur gedrückt wird. In der Symbolleiste kann dies ausgelöst werden, wenn die Tastaturkombination „Strg N“ mit der Tastatur gedrückt wird.

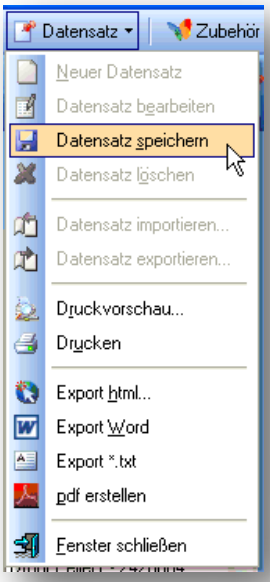


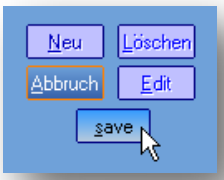

Nach dem Auswählen der oben beschriebenen Aktion öffnet sich das Formular „Voreinstellungen“ in dem grundlegende Einstellungen der geplanten Berechnung eingestellt werden können. Das Formular „Voreinstellungen“ wird in einem eigenen Kapitel behandelt.

#### 3.2.13.2 Speichern eines Datensatzes

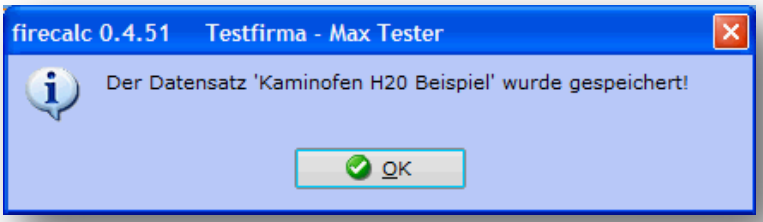
Im Menü „Datensatz“ „Datensatz speichern“ oder im Buttonfeld „save“ auswählen. Vor dem Speichern sollte zuerst eine erfolgreiche Berechnung durchgeführt werden. Bei der Berechnung erfolgt eine Plausibilitätskontrolle der eingegebenen Daten und des verwendeten Brennstoffs. Hierdurch wird gewährleistet, dass keine fehlerhaften oder unvollständigen Datensätze in der Datenbank gespeichert werden.

In der Projektliste kann das Speichern eines Datensatzes auch ausgelöst werden, wenn bei ausgeklapptem Menü der Buchstabe s mit der Tastatur gedrückt wird. In der Buttonbar kann das Speichern eines Datensatzes ausgelöst werden, wenn die Tastaturkombination „Strg s“ mit der Tastatur gedrückt wird.



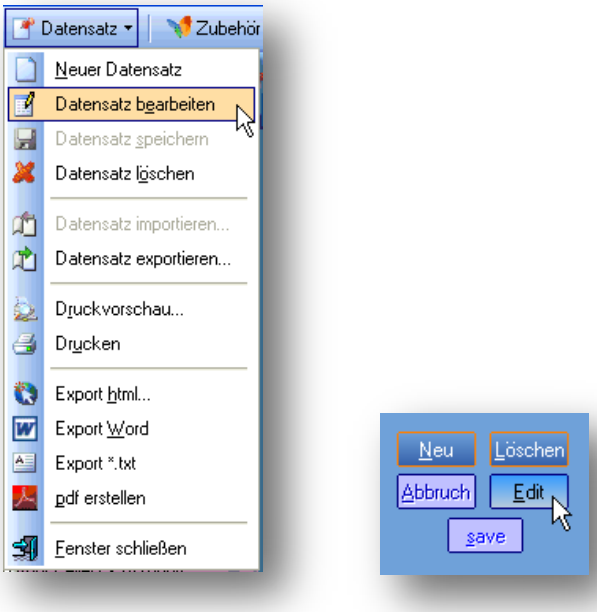

Nach dem erfolgreichen Speichern des Datensatzes in der Datenbank öffnet sich ein Meldungsfenster. Diese Meldung mit OK schließen, der Datensatz wurde erfolgreich in die Datenbank aufgenommen.




Die Eingabefelder werden gesperrt. Dies ist unter anderem daran zu erkennen, dass der Hintergrund der Eingabefelder leicht grau eingefärbt ist.

### 3.2.13.3 Editieren (bearbeiten ,ändern) eines Datensatzes

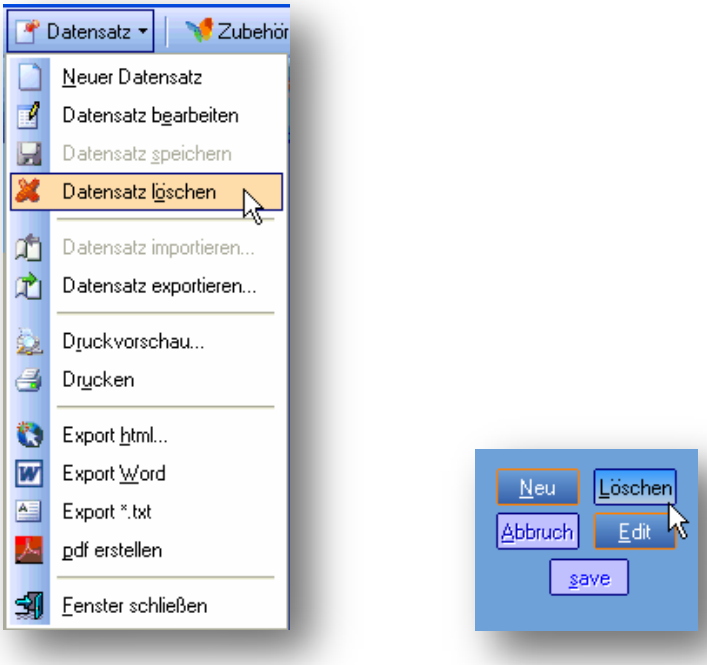
Im Menü „Datensatz“ „Datensatz editieren“ oder im Buttonfeld unten links „Edit“ auswählen:




Die Eingabefelder werden für eine Bearbeitung freigeschaltet. Nach dem Ändern der Daten kann der Datensatz wie oben beschrieben gespeichert werden. Dies ist unter anderem daran zu erkennen, dass der Hintergrund der Eingabefelder weiß eingefärbt ist.

### 3.2.13.4 Löschen eines Datensatzes

Datensatz in der Projektliste auswählen und anschließend im Menü „Datensatz“ „Datensatz löschen“ oder im Buttonfeld unten links „Löschen“ auswählen:




Nach erfolgreichem Löschvorgang des Datensatzes erfolgt ein Meldungsfenster. Dieses bitte mit „OK“ bestätigen. Der Datensatz wurde erfolgreich aus der Datenbank entfernt. Einige Musterdatensätze dienen als Vorlage und können nicht aus der Datenbank entfernt werden.

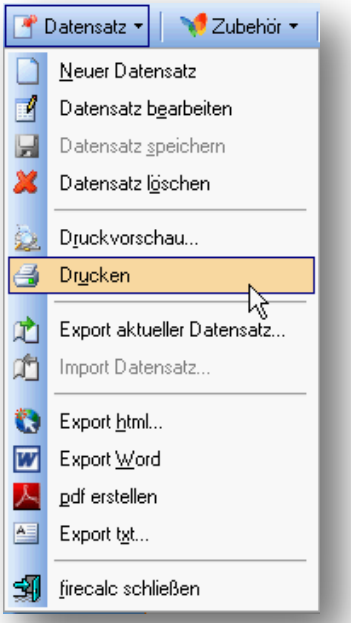
### 3.2.13.5 Datensatz drucken

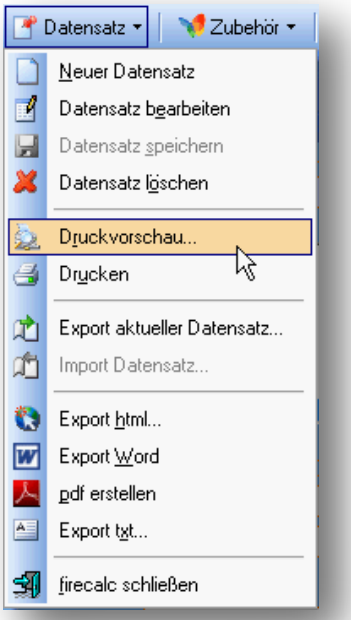
Ein Ausdruck kann nur erstellt werden, wenn eine Berechnung erfolgt ist. Damit soll sichergestellt werden, dass Eingaben und Ergebnis übereinstimmen und die Berechnung nachvollziehbar ist.

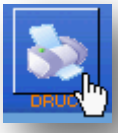
Vor jeder Berechnung erfolgt automatisch zwingend ein Rechnungsdurchlauf um zu vermeiden, dass bei Änderungen der Eingabefelder, ohne einen anschließenden Rechnungsdurchlauf, in einem Ausdruck die Ein- und Ausgabedaten nicht übereinstimmen.

In der Menüleiste „Drucken“ für einen Direktausdruck auf den Standarddrucker oder „Druckvorschau“ auswählen zum Anzeigen einer Druckvorschau und der Möglichkeit einen Drucker auszuwählen.

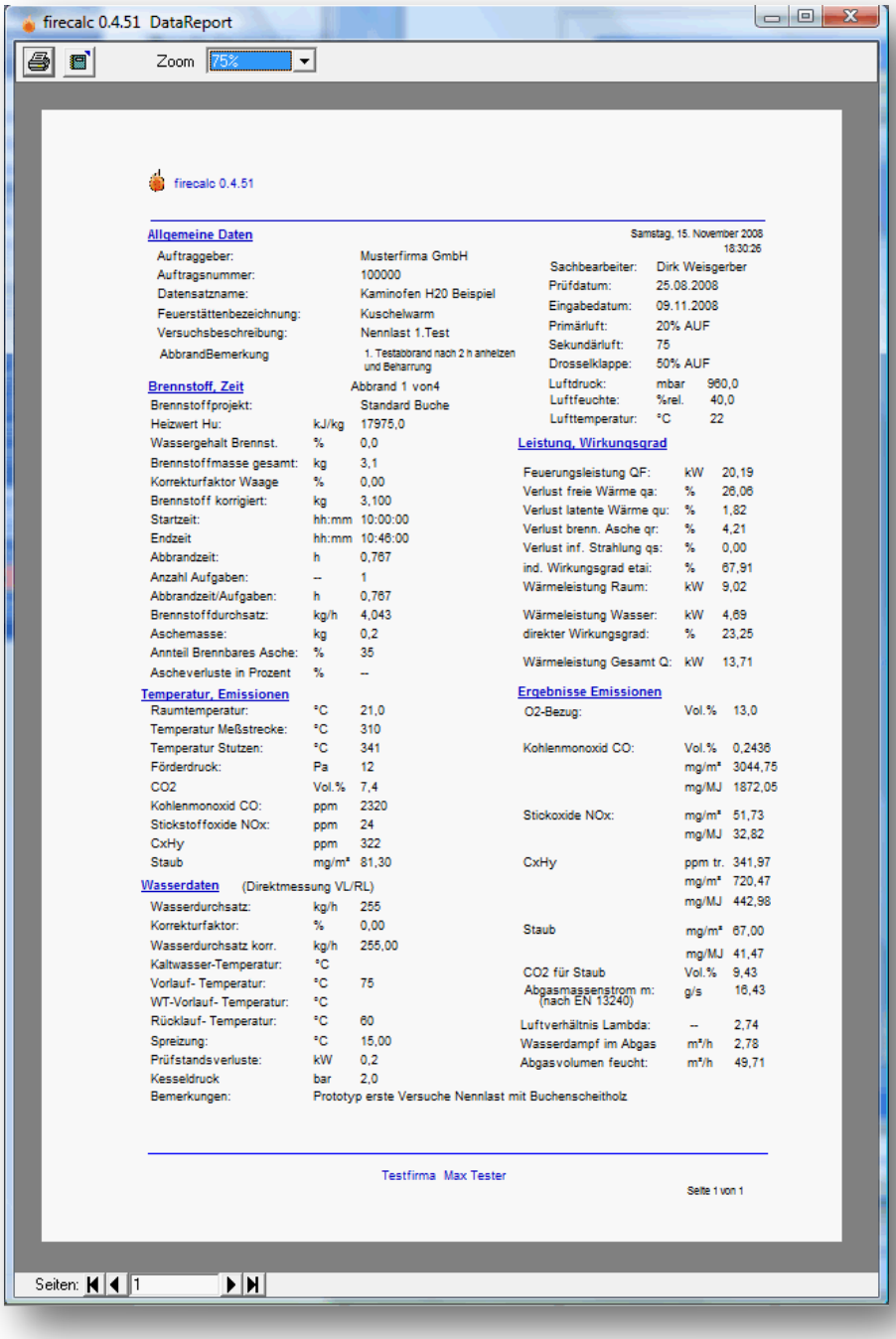
Die Druckvorschau kann auch alternativ über die grüne Schaltfläche „Report“ oder durch Anklicken des Druckersymbols in der Symbolleiste ausgelöst werden.



Die Druckvorschau:




Im Fenster „Druckvorschau“ lassen sich weitere Funktionen ausführen. In der Menüleiste oben links im Menüpunkt „Zoom“ kann die Druckvorschau vergrößert oder verkleinert werden. Daneben können weitere Ausgabeformate wie eine html- oder txt-Datei erstellt werden. Die Dialoge sind weitestgehend selbsterklärend.

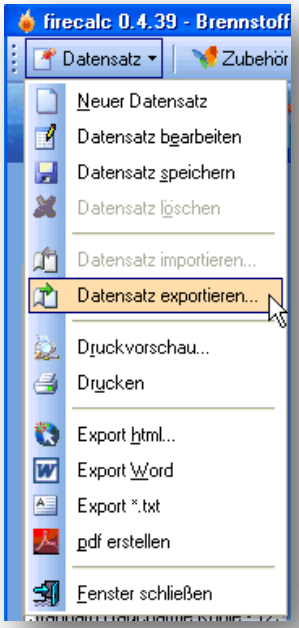
Durch Klick auf das Druckersymbol wird der Druckvorgang ausgelöst.

### 3.2.13.6 Datensatz exportieren

Mit der Export/Import Funktion können firecalc- Datensätze z.B. zwischen unterschiedlichen Computern ausgetauscht oder eine Sicherung des Datensatzes durchgeführt werden.

Den zu exportierenden Datensatz in der Projektliste auswählen. Im Menü "Datensatz" den Menüpunkt "Export" auswählen.

Im Falle, dass der Menüpunkt "Datensatz exportieren“ grau eingefärbt ist (inaktiv Zustand), muss der Datensatz zuerst gespeichert bzw. oder es muss zuerst eine Berechnung durchgeführt werden. Bei diesen Aktionen erfolgt eine Plausibilitätsprüfung der eingegebenen Daten. Hierdurch soll verhindert werden, dass unvollständige bzw. unkorrekte Datensätze gespeichert werden.



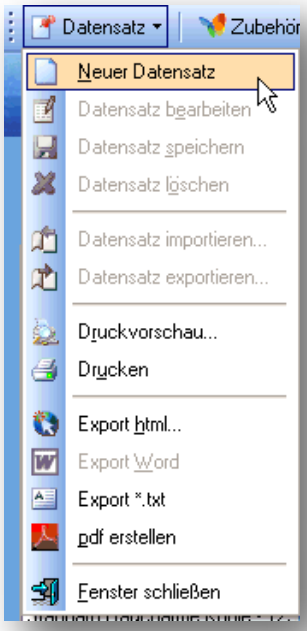

Der gewählte Datensatz wird in das Anwendungsverzeichnis von firecalc in den Ordner Export-Import gespeichert als Datei „Datensatzname.fir“ (z.B. C:\Programme\firecalc\Export_Import\). Es erfolgt ein Dialog mit der Information des erfolgreichen Exports und die Frage ob ein kleiner Dateiexplorer geöffnet werden soll, mit dem die exportierte Datei an einen anderen Ort (z.B. einen USB-Stick oder ein Netzlaufwerk) kopiert werden kann.

Wird mit Ja bestätigt, öffnet sich ein weiteres Fenster zum Kopieren der Datei. Dort kann die Datei in das gewünschte Zielverzeichnis gespeichert werden.

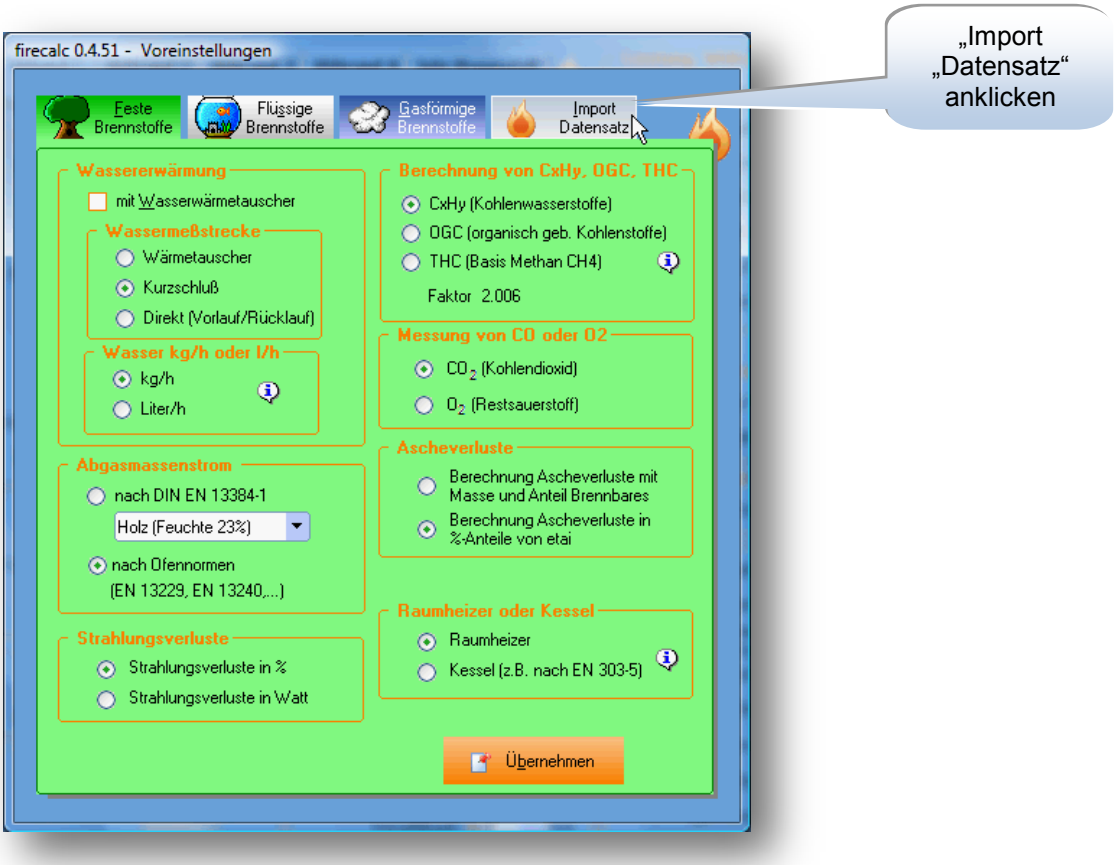
### 3.2.13.7 Importieren von Datensätzen

Datensatz importieren: Diese Funktion ist nur möglich, wenn vorher die Erstellung eines neuen Datensatzes ausgewählt wurde (z.B. Menüleiste => "Neuer Datensatz").

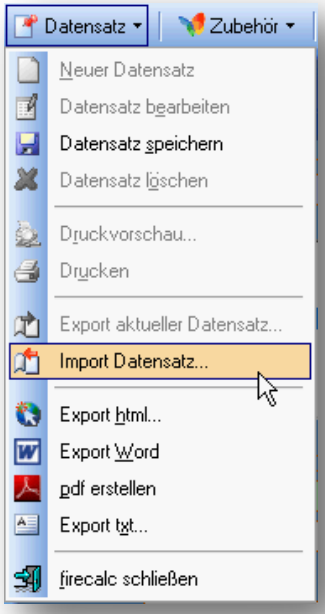
Im Falle, dass der Menüpunkt "Neuer Datensatz" grau eingefärbt ist (inaktiver Zustand) muss der geöffnete Datensatz zuerst gespeichert oder durch Klicken auf den Button "Abbruch" der Eingabemodus verlassen werden.



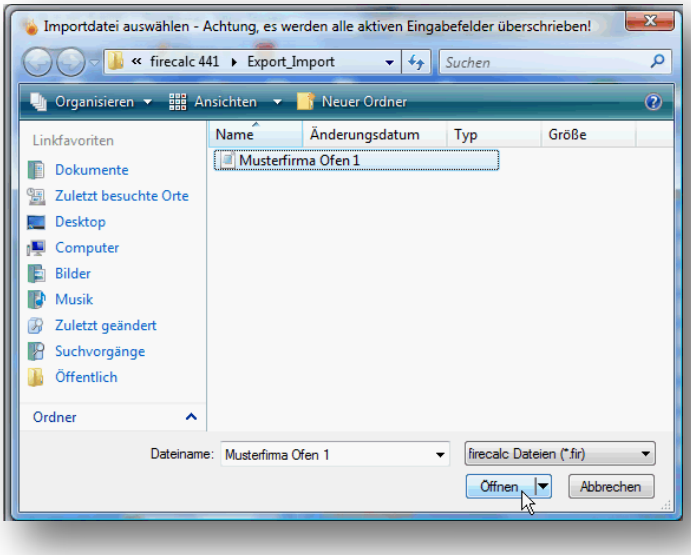

Das Formular „Voreinstellungen“ öffnet sich. Um einen Datensatz zu importieren muss dort in der rechten Registerkarte „Import Datensatz“ angeklickt werden:



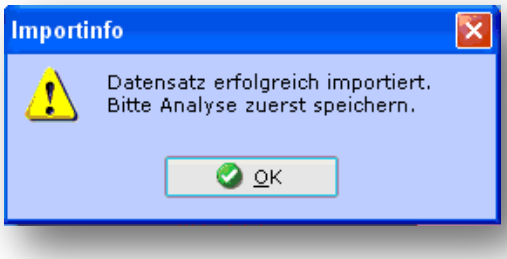

Anschließend im Menü "Datensatz" den Menüpunkt "Import Datensatz" auswählen:




Es erscheint ein Dateidialog zum Auswählen des gewünschten Datensatzes:




Nach Bestätigen durch "Öffnen" wird die Datei in firecalc eingefügt. Es erfolgt ein Meldungsfenster mit einer Bestätigung über den erfolgreichen Import.

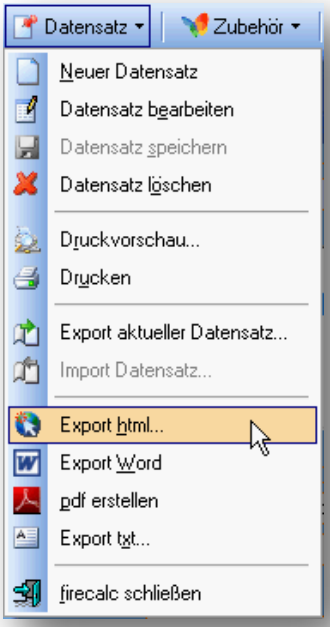



Der Datensatz wird in der Datenbank gespeichert, die Listbox „Projektliste“ wird aktualisiert und die Eingabefelder werden gesperrt. Für das Bearbeiten des Datensatzes muss dieser zuerst mit „Edit“ wieder freigegeben werden.

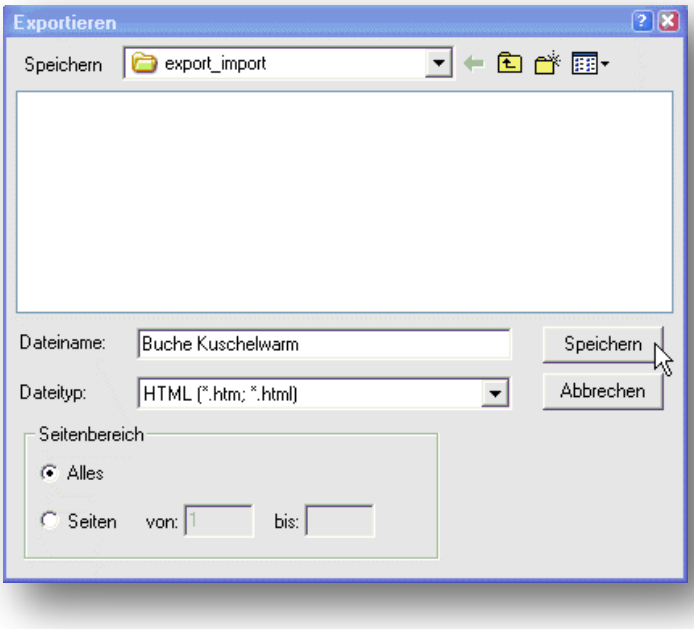
Im Falle, dass die Importdatei beschädigt ist, oder die Datei nicht kompatibel ist erfolgt eine Meldung über das Fehlschlagen des Imports.

### 3.2.13.8 Erstellung einer html-Datei (*.html)

Die Erstellung einer html-Datei kann durch Auswahl in der Menüleiste „Datensatz“ -> „Export html“ ausgelöst werden.



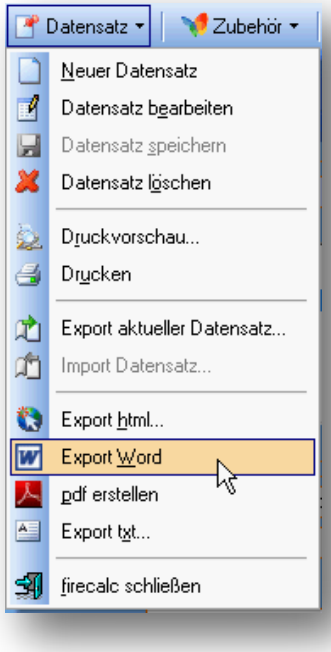

Anschließend öffnet sich ein Dialogfenster in dem der gewünschte Dateiname und der Speicherort der erstellten Datei ausgewählt werden kann.



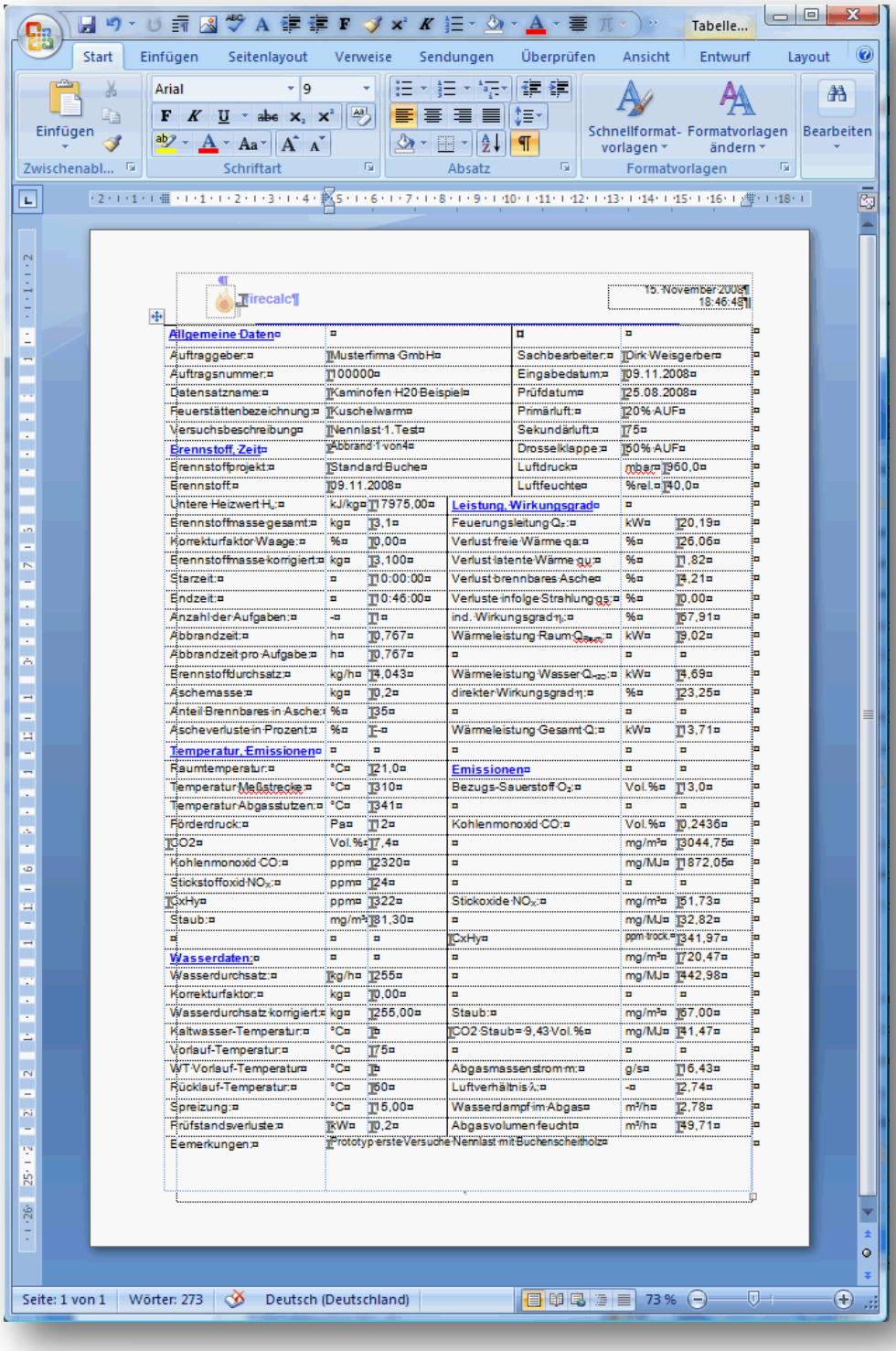
### 3.2.13.9 Erstellung einer Microsoft-Word Datei (*.doc)

Die Erstellung einer Microsoft Word-Datei kann durch Auswahl in der Menüleiste „Datensatz“ -> „Export-Word“ ausgelöst werden. Hierfür muss Microsoft-Word auf Ihrem PC vorhanden sein, ansonsten erfolgt eine Fehlermeldung und der Abbruch dieser Funktion. Diese Funktion wurde für Microsoft Word 2003 erstellt. Ist auf dem PC z.B. Microsoft Word 2007 installiert kann es zu einer Word Fehlermeldung und zu Fehlfunktionen kommen.

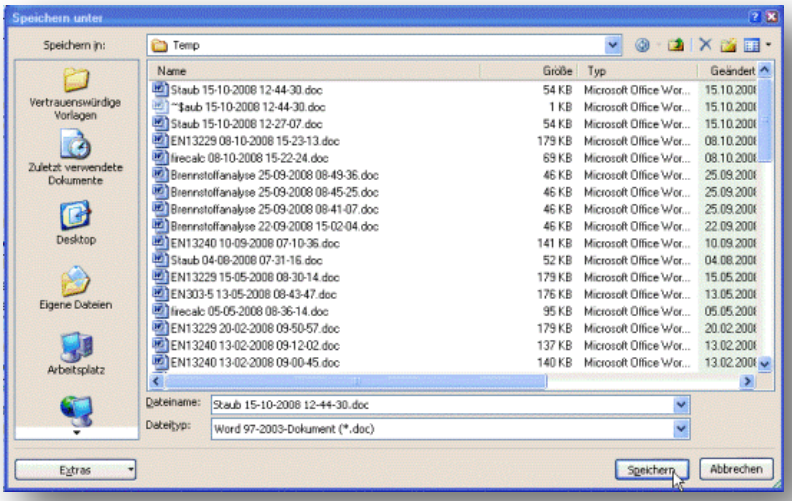
Vor jeder Worddatei Erstellung erfolgt automatisch zwingend ein Rechnungsdurchlauf um zu vermeiden, dass bei Änderungen der Eingabefelder, ohne einen anschließenden Rechungs-durchlauf, in einem Ausdruck die Ein- und Ausgabedaten nicht übereinstimmen.




firecalc öffnet selbständig Microsoft Word und übergibt die Daten in ein neues Word-Dokument:




Das Word-Dokument wird in das temporäre Standardverzeichnis gespeichert. Der Dateiname setzt sich aus dem Erstellungsdatum und der Uhrzeit zusammen und sollte in Word mit "Speichern unter" in das gewünschte Zielverzeichnis gespeichert werden.



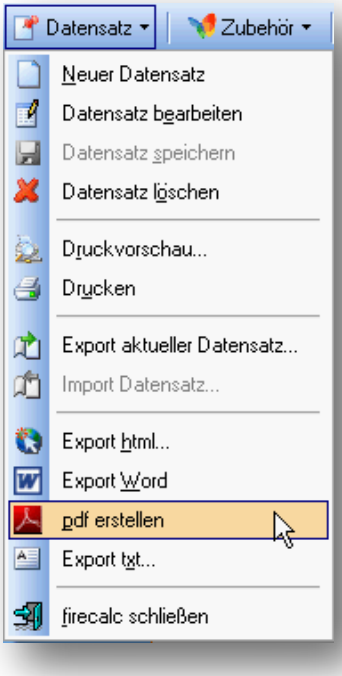

⚠ Achtung! Im Speichern-Menü von Word wird als Dateityp die Word-Dokumentvorlage *.dot automatisch vorgeschlagen. Dies sollte in *.doc geändert werden.

### 3.2.13.10 Erstellung einer pdf-Datei

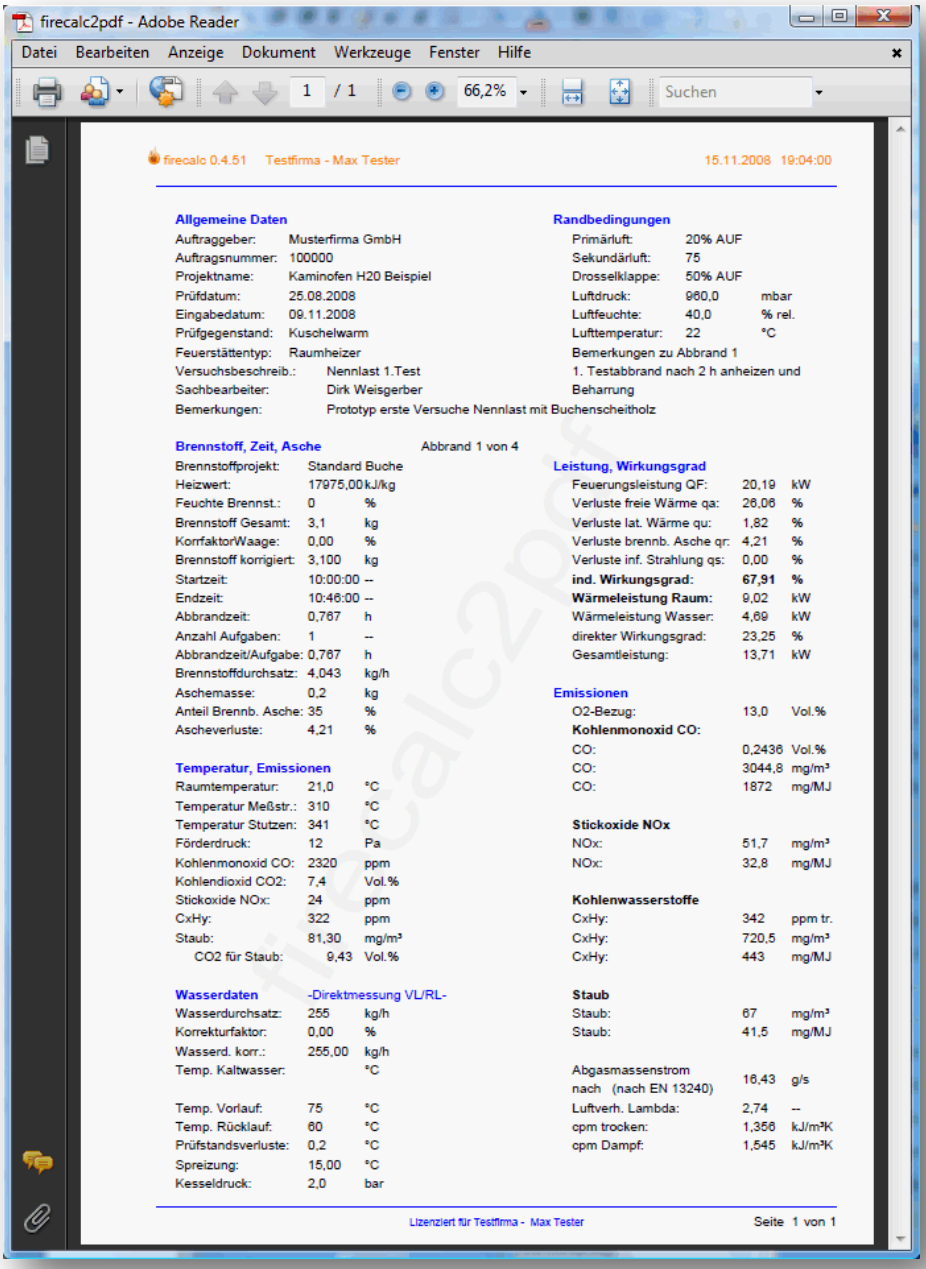
Für die Erstellung einer pdf-Datei muss durch Auswahl in der Menüleiste „Datensatz“ -> „pdf-Erstellung“ oder durch Klicken in der oberen Menüleiste das pdf-Symbol ausgewählt werden.

Vor jeder pdf-Erstellung erfolgt automatisch zwingend ein Rechnungsdurchlauf um zu vermeiden, dass bei Änderungen der Eingabefelder, ohne einen anschließenden Rechnungsdurchlauf, in einer pdf-Datei die Ein- und Ausgabedaten nicht übereinstimmen.

Die Druckvorschau kann auch alternativ über die rote Schaltfläche in der Menüleiste ausgelöst werden.



Für die Anzeige der Daten wird der kostenlose Adobe Reader benötigt. Unter der Internetadresse http://www.adobe.com können Sie ihn herunterladen. Der Adobe Reader öffnet sich in einem Vorschaufenster:



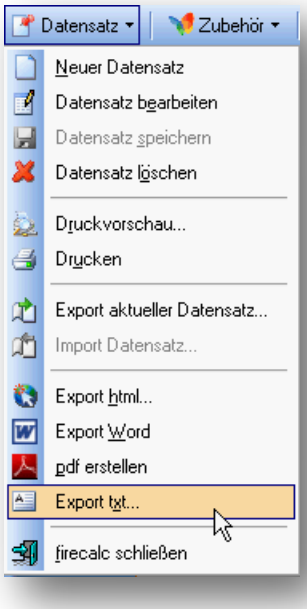

Die Datei kann z.B. über die Menüleiste des Adobe Reader an einem gewünschten Speicherort gespeichert oder auch ausgedruckt werden. Weiteres ist dem Hilfesystem des Adobe Reader zu entnehmen.

Hinweis

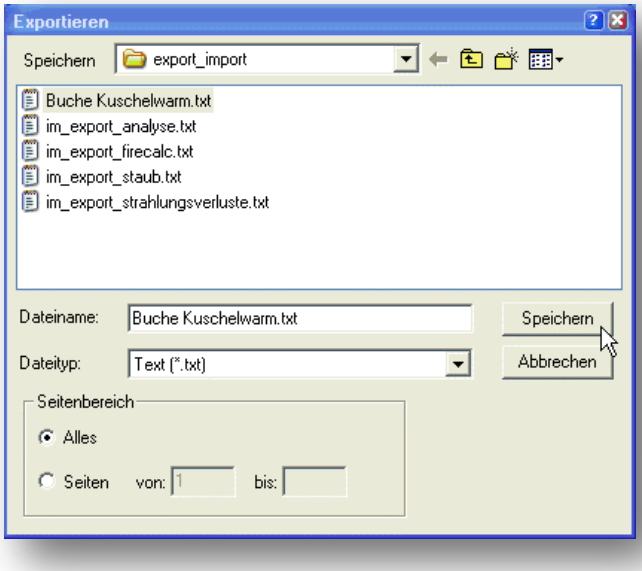
Im Falle, dass die pdf-Erstellung von firecalc unter Microsoft Windows Vista ausgeführt wird, ist es notwendig, dass firecalc als Administrator ausgeführt wird (rechter Mausklick auf das Flammensymbol und „Als Administrator ausführen“ mit der linken Maustaste anklicken).

### 3.2.13.11 Erstellung einer Textdatei (.txt)

Die Erstellung einer Textdatei kann durch Auswahl in der Menüleiste „Datensatz“ -> „Export *.txt“ ausgelöst werden. Vor jeder txt-Erstellung erfolgt automatisch zwingend ein Rechnungsdurchlauf um zu vermeiden, dass bei Änderungen der Eingabefelder, ohne einen anschließenden Rechnungsdurchlauf, in eine txt-Datei die Ein- und Ausgabedaten nicht übereinstimmen.

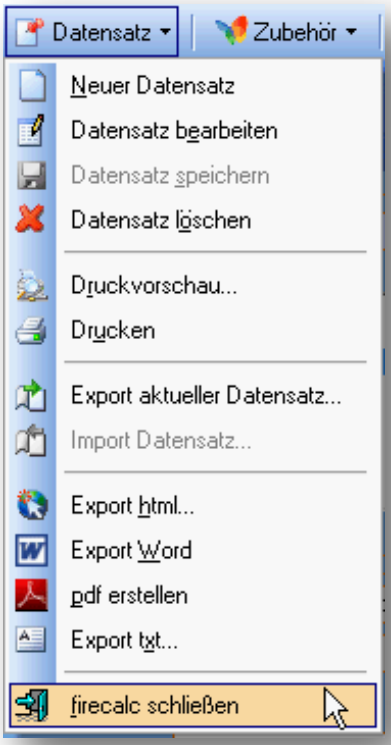



Anschließend öffnet sich ein Dialogfenster in dem der gewünschte Dateiname und der Speicherort der erstellten Textdatei ausgewählt werden kann.

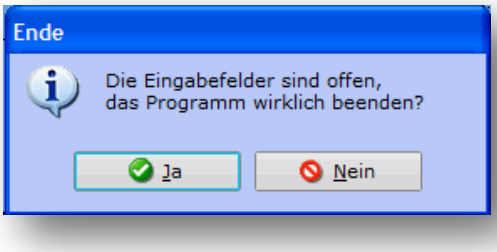


### 3.2.12.12 firecalc schließen

Für das Schließen des Programms im Menü "Datensatz" den Menüpunkt "Fenster schließen" oder im Buttonfeld „Schließen“ auswählen.




Falls die Eingabefelder noch für die Bearbeitung geöffnet sind, erfolgt eine Sicherheitsabfrage, die vor Datenverlust schützt. Falls der Datensatz noch nicht gespeichert worden ist, kann mit „Nein“ dieses anschließend durchgeführt werden. Falls das Formular dennoch geschlossen werden soll, die Abfrage mit Ja bestätigen und das Formular wird geschlossen.



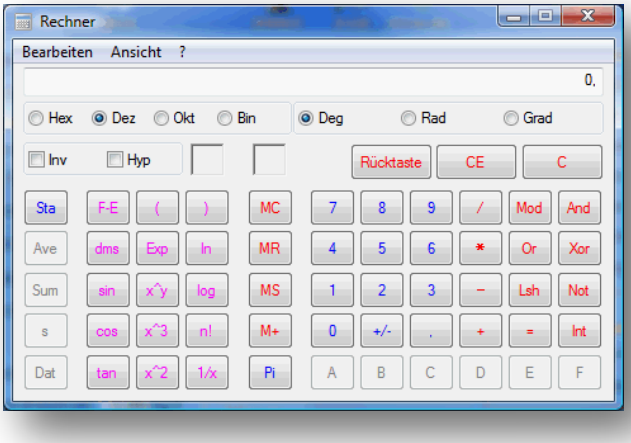
### 3.2.14 Funktionen der Menüleiste „Zubehör“

#### 3.2.14.1 Übersicht

In der Menüleiste kann durch Anklicken des Buttons „Zubehör“ auf die unten erläuterten Funktionen zugegriffen werden. Sind einige Optionen in grauer Schrift dargestellt, sind diese im momentanen Bearbeitungszustand des aktiven Datensatzes nicht aktiv. Zum Beispiel können die Verluste graphisch nicht dargestellt werden, wenn vorher keine Berechnung ausgeführt worden ist.

#### 3.2.14.2 Taschenrechner

Zugriff auf den Microsoft Windows Taschenrechner. Der Taschnerrechner kann als einfacher Rechner mit vier Funktionen oder als wissenschaftlicher Rechner für erweiterte Berechnungen verwendet werden.


Rechner
Bearbeiten Ansicht ?
0.
Hex Dez Okt Bin Deg Rad Grad
Inv Hyp Rücktaste CE C
Sta F-E ( ) MC 7 8 9 / Mod And
Ave dms Exp ln MR 4 5 6 * Or Xor
Sum sin x^y log MS 1 2 3 - Lsh Not
s cos x^3 n! M+ 0 +/- . + = Int
Dat tan x^2 1/x Pi A B C D E F

Beispiel (Microsoft-Vista Rechner)

### 3.2.14.3 Grenzwerte

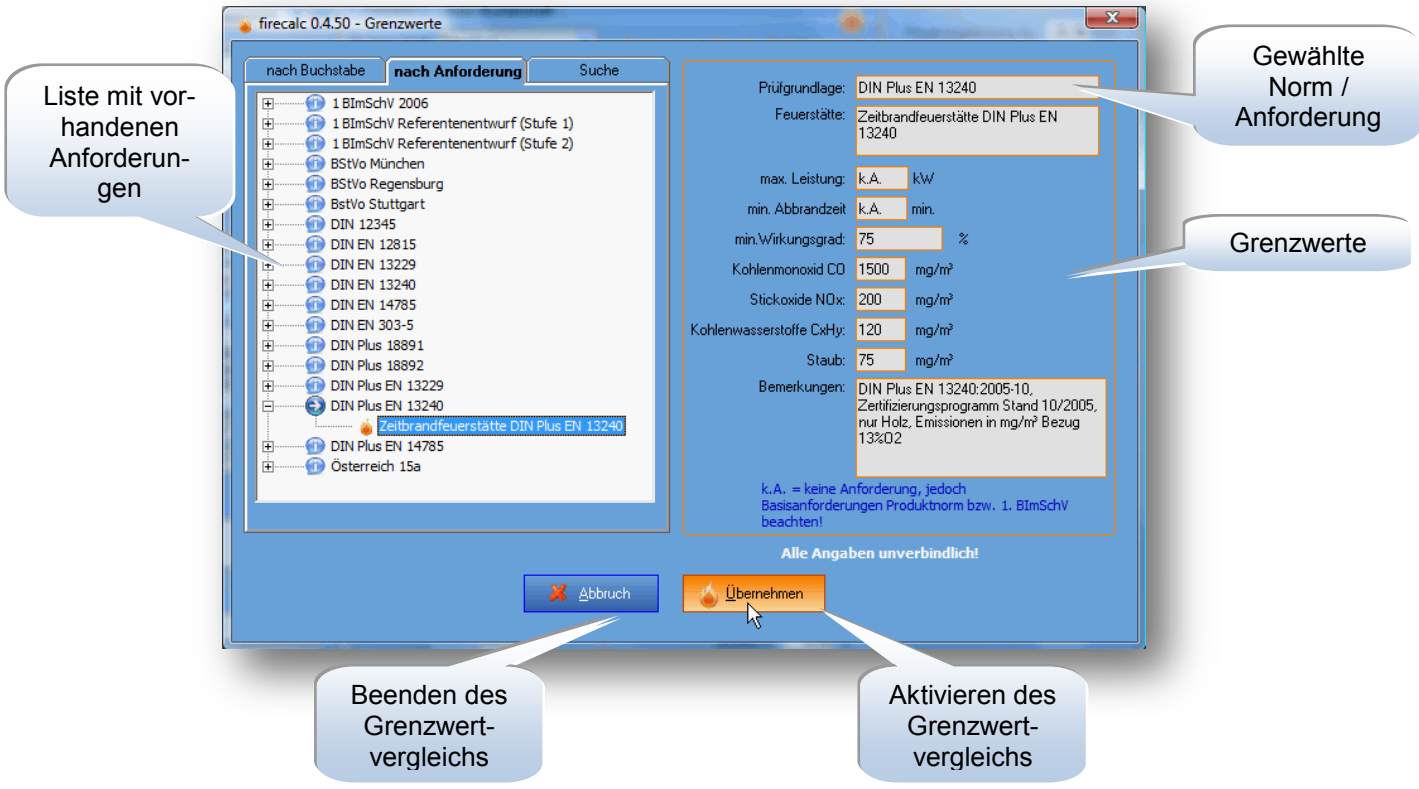
Mit dem Grenzwertformular können die Ergebnisse der einzelnen Berechnungen mit den gewählten Anforderungen verglichen werden. Hiermit kann ohne aufwendiges Suchen schnell eine Beurteilung hinsichtlich der Erfüllung der Anforderungen gegeben werden. Diese Funktion ist nur für Berechnungen mit Festbrennstoffen möglich.

Bevor das Formular „Grenzwertvergleich“ geöffnet werden kann, muss zuerst eine Berechnung durchgeführt werden.

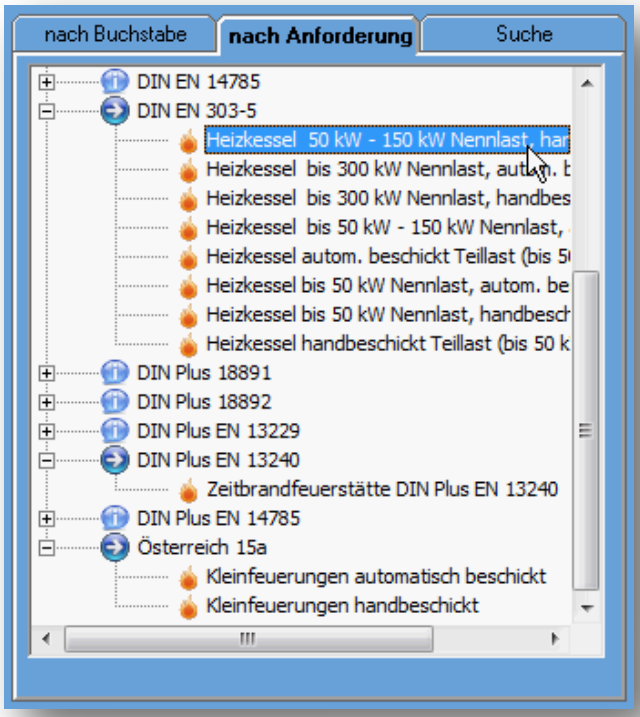
Es kann nicht gewährleistet werden, dass die Anforderungen immer auf dem neusten Stand sind. Alle Daten sind unverbindlich und es wird keine Gewähr über die Korrektheit gegeben. Bitte informieren Sie sich gelegentlich unter www.firecalc.de ob neue Anforderungen als Download zur Verfügung stehen.

Zum Öffnen des Grenzwertformulars ist in der Symbolleiste unter "Zubehör" -> "Grenzwerte" auszuwählen.

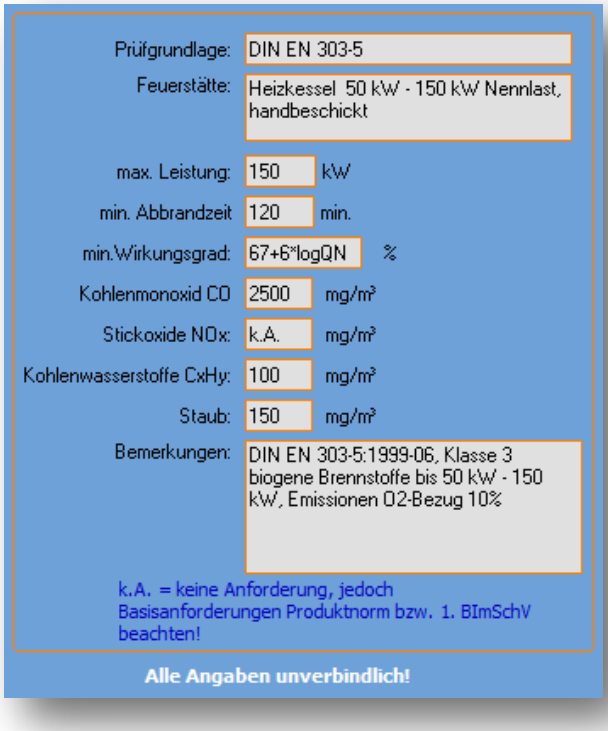
Übersicht über das Formular „Grenzwerte“:



Links im Formular befindet sich eine Liste mit verschiedenen Normen, Anforderungen oder Gesetzen.


nach Buchstabe
nach Anforderung
Suche
DIN EN 14785
DIN EN 303-5
Heizkessel 50 kW - 150 kW Nennlast, har
Heizkessel bis 300 kW Nennlast, autom. b
Heizkessel bis 300 kW Nennlast, handbes
Heizkessel bis 50 kW - 150 kW Nennlast,
Heizkessel autom. beschickt Teillast (bis 5
Heizkessel bis 50 kW Nennlast, autom. be
Heizkessel bis 50 kW Nennlast, handbesch
Heizkessel handbeschickt Teillast (bis 50 k
DIN Plus 18891
DIN Plus 18892
DIN Plus EN 13229
DIN Plus EN 13240
Zeitbrandfeuerstätte DIN Plus EN 13240
DIN Plus EN 14785
Österreich 15a
Kleinfeuerungen automatisch beschickt
Kleinfeuerungen handbeschickt

Wird auf eine Norm/Anforderung doppelgeklickt öffnet sich ein Untermenü, in dem die gewünschte Feuerstätte ausgewählt werden kann. Beim Anklicken dieser Unteranforderungen werden die entsprechenden Grenzwerte in die Felder rechts in das Formular übertagen:

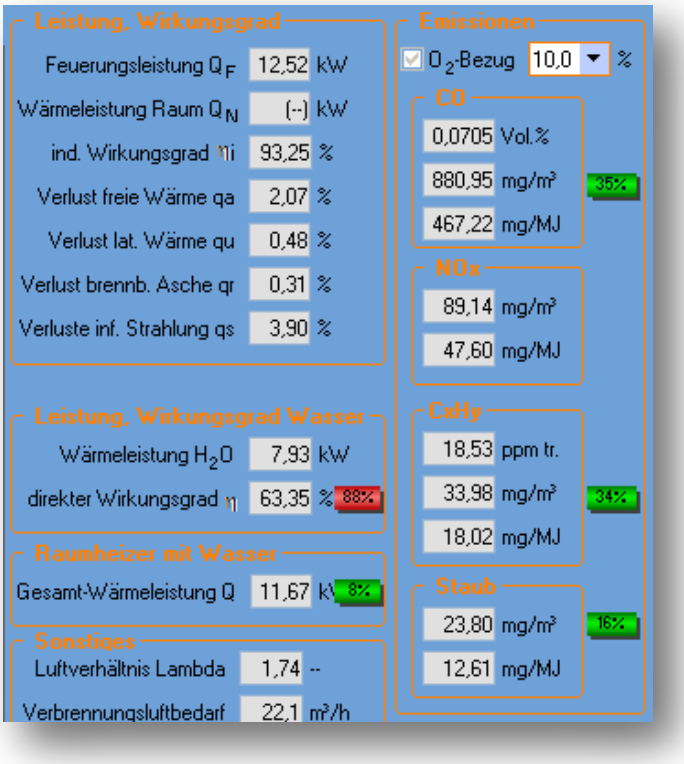

Prüfgrundlage: DIN EN 303-5
Feuerstätte: Heizkessel 50 kW - 150 kW Nennlast, handbeschickt
max. Leistung: 150 kW
min. Abbrandzeit 120 min.
min.Wirkungsgrad: 67+6*logQN %
Kohlenmonoxid CO 2500 mg/m³
Stickoxide NOx: k.A. mg/m³
Kohlenwasserstoffe CxHy: 100 mg/m³
Staub: 150 mg/m³
Bemerkungen: DIN EN 303-5:1999-06, Klasse 3 biogene Brennstoffe bis 50 kW - 150 kW, Emissionen O2-Bezug 10%
k.A. = keine Anforderung, jedoch Basisanforderungen Produktnorm bzw. 1. BImSchV beachten!
Alle Angaben unverbindlich!

Steht in einem Anforderungsfeld k.A. so ist in der gewählten Norm/Verordnung keine Anforderungen für diesen Wert angegeben. Steht in einem Feld wie z.B. oben bei Wirkungsgrad eine

Formel, so ist der Grenzwert ein Berechnungsergebnis z.B. in Abhängigkeit der Nennleistung. Firecalc berechnet den Grenzwert automatisch.

Wenn die gewünschte Anforderung gewählt ist, wird der Grenzwertvergleich durch Anklicken der Schaltfläche „Übernehmen“ aktiviert und das Grenzwertformular schließt selbständig.

Wird im Hauptformular anschließend eine Berechnung durchgeführt erscheinen hinter den entsprechenden Ergebnissen rote (Anforderung nicht erfüllt) oder grüne Flächen (Anforderung erfüllt) mit einer Prozentangabe:



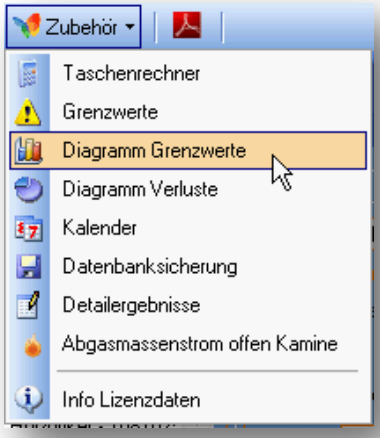

Bei den Emissionen besagen Prozentangaben über 100%, dass die entsprechende Anforderung um den Wert über 100% zu hoch sind. Bei den Wirkungsgraden zeigen Werte unter 100%, dass der entsprechende Wirkungsgrad nicht erreicht worden ist.

Es ist darauf zu achten, dass der korrekte Bezugssauerstoff verwendet wird.

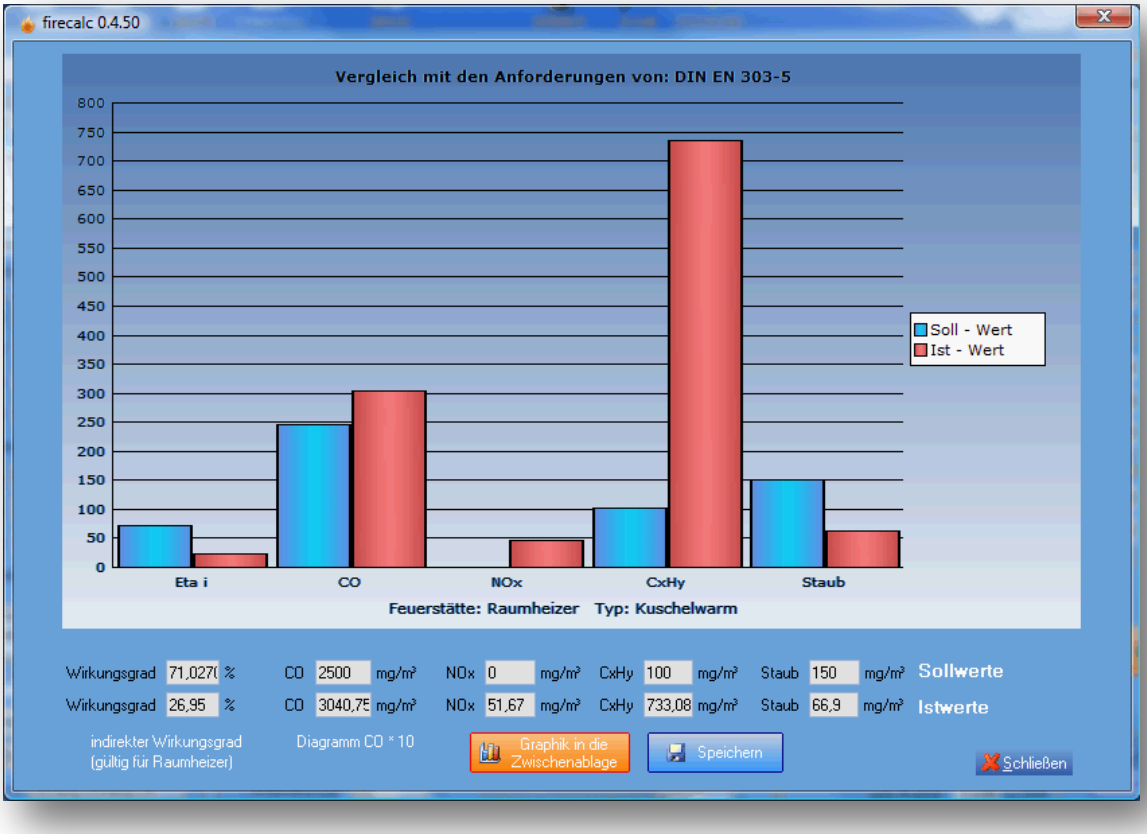
### 3.2.14.4 Diagramm Grenzwerte

Mit diesem Formular können die Berechnungsergebnisse der im Formular Grenzwertvergleich ausgewählten Anforderung graphisch dargestellt werden.

Der Aufruf ist erst nach einer Berechnung und der Wahl einer Anforderung nur für Berechnungen mit festen Brennstoffen möglich.




Anschließend öffnet sich das Formular mit den Ergebnissen:




Die blauen Säulen stellen graphisch den Anforderungswert (Sollwert) dar. Die roten Balken stellen graphisch das Ergebnis der Berechnung (Ist-Wert) dar.

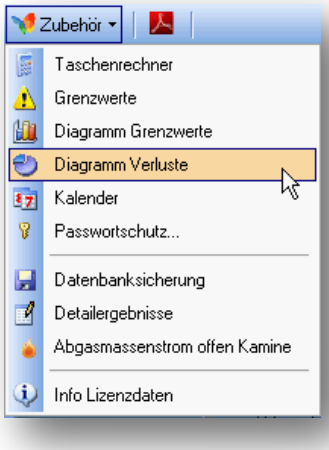
Das Balkendiagramm kann mit Auswahl der Schaltfläche „Graphik in die Zwischenablage“ gespeichert werden. Anschließend kann das Diagramm z.B. in ein Microsoft Worddokument eingefügt werden. Mit der Schaltfläche „Speichern“ kann das Diagramm als bmp-Datei gespeichert werden.

Das Formular kann mittels der Schaltfläche „Schließen“ geschlossen werden.

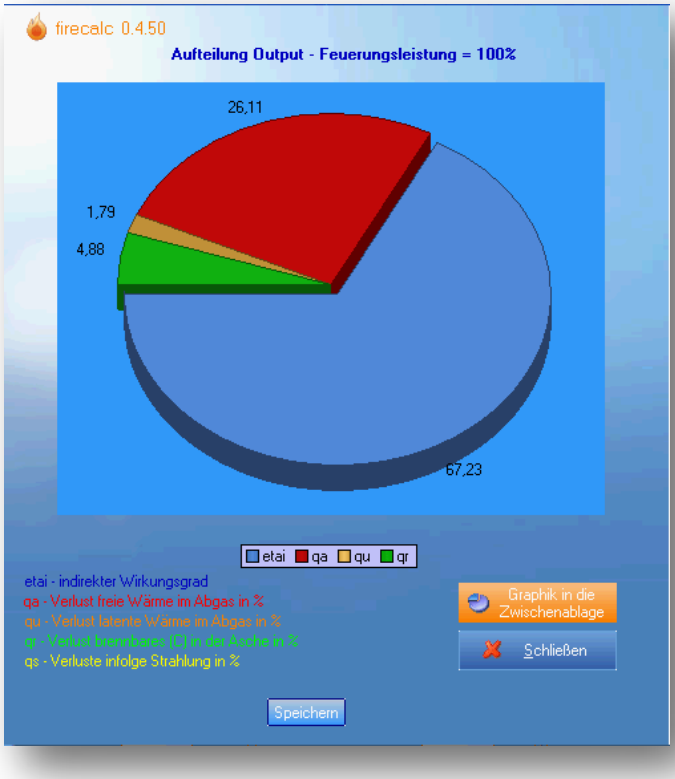
### 3.2.14.5 Diagramm Verluste

Mit diesem Formular können die Berechnungsergebnisse der Verlustrechnung des indirekten Wirkungsgrades von Berechnungen mit Festbrennstoffen anhand eines "Tortendiagramms" dargestellt werden.

Der Aufruf ist erst nach einer Berechnung und der Wahl einer Anforderung im Grenzwertformular möglich.




Anschließend öffnet sich das Formular mit den Ergebnissen:


firecalc 0.4.50
Aufteilung Output - Feuerungsleistung = 100%
26,11
1,79
4,88
67,23
etai qa qu qr
etai - indirekter Wirkungsgrad
qa - Verlust freie Wärme im Abgas in %
qu - Verlust latente Wärme im Abgas in %
qr - Verlust brennbares [C] in der Asche in %
qs - Verluste infolge Strahlung in %
Graphik in die Zwischenablage
Schließen
Speichern

Im Diagramm stellt der komplette Kreis die Feuerungsleistung als 100% dar.

Die einzelnen Verluste (wenn vorhanden) werden als Kreissegmente dargestellt, wobei die Größe des Kreissegments den jeweiligen Verlustwert darstellt.

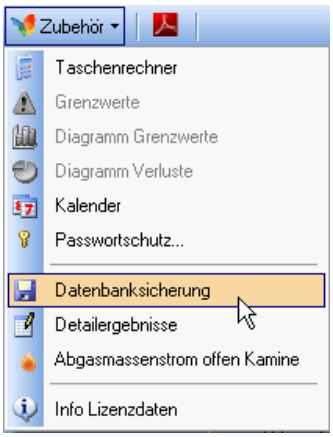
Das Tortendiagramm kann mit Auswahl der Schaltfläche „Graphik in die Zwischenablage“ gespeichert werden. Anschließend kann das Diagramm z.B. in ein Microsoft Worddokument eingefügt werden. Mit der Schaltfläche „Speichern“ kann das Diagramm als bmp-Datei gespeichert werden. Das Formular kann mittels der Schaltfläche „Schließen“ geschlossen werden.

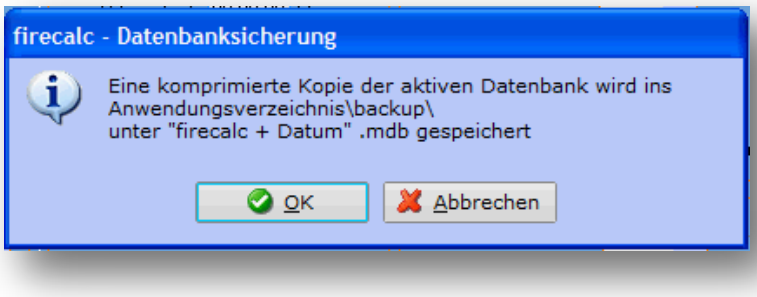
### 3.2.14.6 Kalender

Bei Auswahl „Zubehör“ -> „Kalender“ öffnet sich ein kleiner Kalender:

### 3.2.14.7 Datenbanksicherung

In der internen Programmdatenbank können alle Projekte gespeichert werden. In regelmäßigen Abständen sollte diese Datenbank gesichert werden um bei einer eventuell defekten Datenbank zumindest nicht alle Daten zu verlieren. Mit der Auswahl von „Zubehör“ -> „Datenbanksicherung kann die Datenbank gesichert werden.

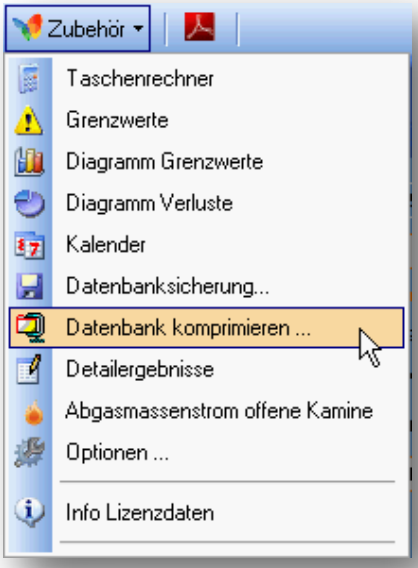




firecalc - Datenbanksicherung
Eine komprimierte Kopie der aktiven Datenbank wird ins Anwendungsverzeichnis\backup\
unter "firecalc + Datum" .mdb gespeichert
OK
Abbrechen

### 3.2.14.8 Datenbank komprimieren

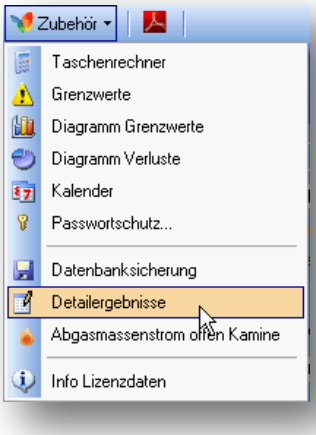
Nach vielen Änderungen in der Datenbank durch Löschen, Verändern, Hinzufügen von Datensätzen etc. kann es unter Umständen dazu kommen, dass die firecalc- Datenbank größer wird als der eigentliche Inhalt der gespeicherten Daten. Hierdurch kann es unter Umständen auch zu Geschwindigkeitseinbußen bei den Datenbankzugriffen kommen.

Im Kapitel „Datenbanksicherung und Datenwiederherstellung“ wird beschrieben wie die Datenbank neben einer Sicherung der alten Datenbank auch komprimiert werden kann um unnütz belegten Speicherplatz wieder freizugeben.

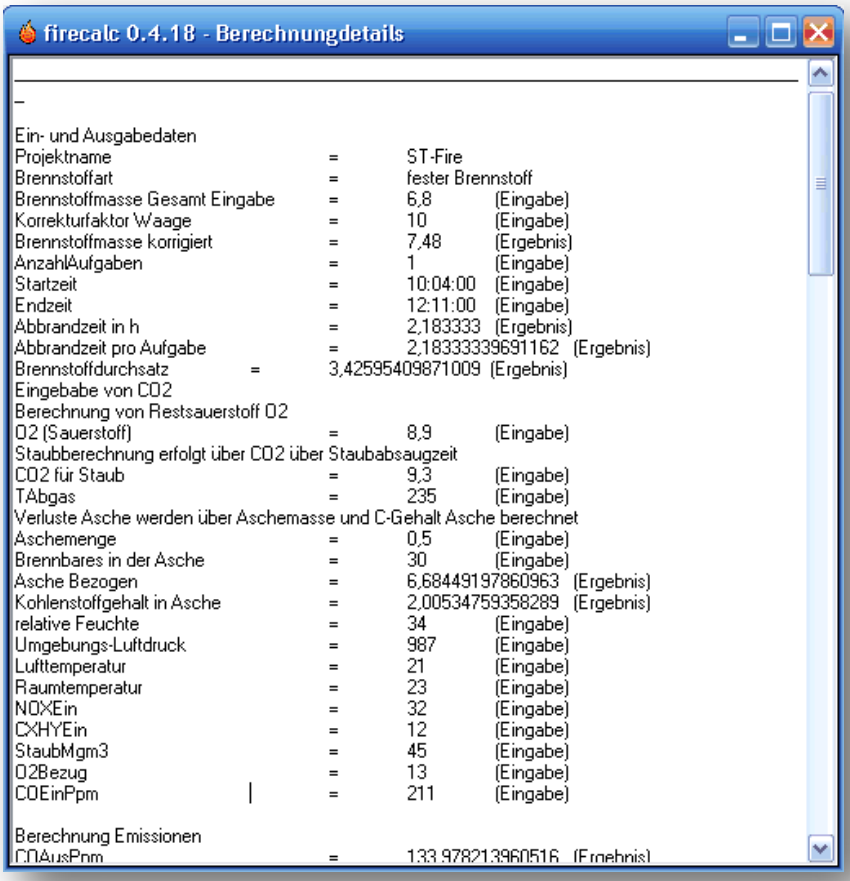



### 3.2.14.9 Detailergebnisse

Durch Auswahl "Detailergebnisse" in der Menüleiste öffnet sich ein Fenster mit den Ein- und Ausgabedaten der Berechnung. Dies kann benutzt werden um Kenntnis von Zwischenergebnissen zu erlangen, die nicht auf dem Formular oder in einem Ausdruck ausgegeben werden.

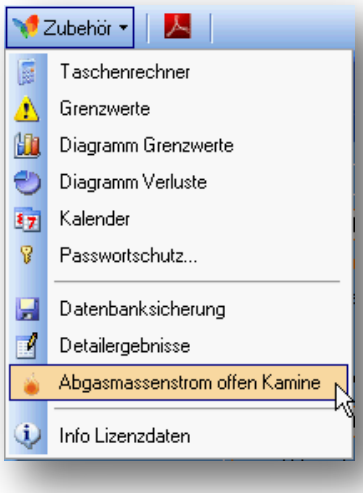



Durch senkrechtes Scrollen mit der Leiste rechts oder durch Vergrößern des Fensters können mehr Daten angesehen werden.


firecalc 0.4.18 - Berechnungdetails
Ein- und Ausgabedaten
Projektname = ST-Fire
Brennstoffart = fester Brennstoff
Brennstoffmasse Gesamt Eingabe = 6,8 (Eingabe)
Korrekturfaktor Waage = 10 (Eingabe)
Brennstoffmasse korrigiert = 7,48 (Ergebnis)
AnzahlAufgaben = 1 (Eingabe)
Startzeit = 10:04:00 (Eingabe)
Endzeit = 12:11:00 (Eingabe)
Abbrandzeit in h = 2,183333 (Ergebnis)
Abbrandzeit pro Aufgabe = 2,18333339691162 (Ergebnis)
Brennstoffdurchsatz = 3,42595409871009 (Ergebnis)
Eingebabe von CO2
Berechnung von Restsauerstoff O2
O2 (Sauerstoff) = 8,9 (Eingabe)
Staubberechnung erfolgt über CO2 über Staubabsaugzeit
CO2 für Staub = 9,3 (Eingabe)
TAbgas = 235 (Eingabe)
Verluste Asche werden über Aschemasse und C-Gehalt Asche berechnet
Aschemenge = 0,5 (Eingabe)
Brennbares in der Asche = 30 (Eingabe)
Asche Bezogen = 6,68449197860963 (Ergebnis)
Kohlenstoffgehalt in Asche = 2,00534759358289 (Ergebnis)
relative Feuchte = 34 (Eingabe)
Umgebungs-Luftdruck = 987 (Eingabe)
Lufttemperatur = 21 (Eingabe)
Raumtemperatur = 23 (Eingabe)
NOXEin = 32 (Eingabe)
CXHYEin = 12 (Eingabe)
StaubMgm3 = 45 (Eingabe)
O2Bezug = 13 (Eingabe)
COEinPpm = 211 (Eingabe)
Berechnung Emissionen
COAusPpm = 133,978213960516 (Ergebnis)

Die Daten können auch im Anwendungsverzeichnis von firecalc (z.B. C:\Programme\firecalc\) in der Textdatei firecalc_in_out.txt angesehen und/oder ausgedruckt werden.

### 3.2.14.10 Abgasmassenstrom "Offene Kamine"

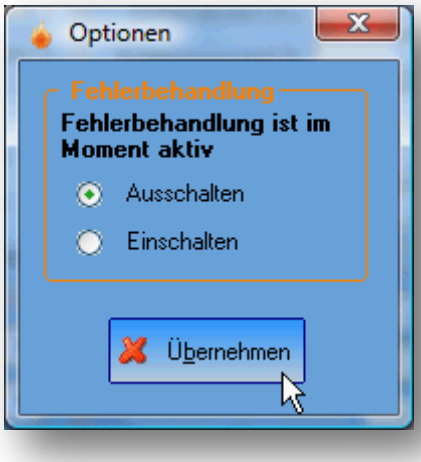



Mit diesem Berechnungsformular lassen sich die Abgasmassenströme von offenen Kaminen (ohne Feuerraumtür) oder für Einzelfeuerstätten für die Verfeuerung von Scheitholz für den Betrieb mit planmäßig offener Feuerraumtür berechnen. Die Berechnung erfolgt nach den Algorithmen gemäß DIN EN 13384-1 mit einem $CO_2$-Gehalt von 1,0 Vol. %. Weitere Erläuterungen werden in dem eigenen Kapitel „Abgasmassenstrom offene Kamine“ gegeben.

### 3.2.14.11 Fehlerbehandlung

Unter dem Menüpunkt Fehlerbehandlung besteht die Option zum Ein- oder Ausschalten der Fehlerbehandlung von firecalc vorzunehmen. Auf die Fehlerbehandlung wird in einem eigenen Kapitel „Fehlerbehandlung“ eingegangen.

Nach Klick auf Optionen öffnet sich ein kleines Auswahlfenster in dem ausgewählt werden kann, ob die Fehlerbehandlung aktiviert oder deaktiviert werden soll. Nach einem Neustart von firecalc, ist die gewählte Funktion aktiviert.

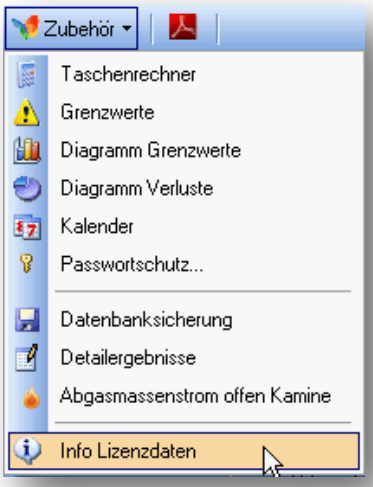



Standardmäßig ist die Fehlerbehandlung von firecalc ausgeschaltet. Bei internen oder externen z.B. durch das Betriebssystem verursachten Programmproblemen wird der Fehler übersprungen und das Programm wird weiter ausgeführt.

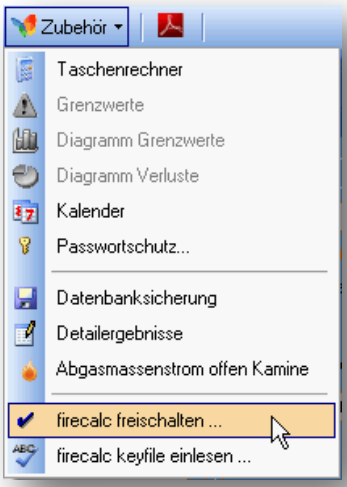
Wird die Fehlerbehandlung aktiviert, erfolgt eine Meldung über jedes erkanntes aufgetretenes Problem.

### 3.2.14.12 Info Lizenzdaten bzw. firecalc lizenzieren und freischalten

Ist firecalc als Vollversion registriert, können unter dem Menüpunkt „Info Lizenzdaten“ Informationen über die Lizenz, Lizenzdatum, Anzahl der Starts usw. angezeigt werden. Sofern sich das Programm noch in der Testversion befindet (maximal 15 Nutztage bzw. maximal 45 Kalendertage nach dem Erstaufruf) kann über den Menüpunkt „firecalc freischalten“ bzw. „firecalc keyfile einlesen“ die Software freigeschaltet werden, wenn Sie die Lizenzdaten zugesendet bekommen haben. Die Lizenzierung ist in einem eigenen Kapitel „firecalc lizensieren“ beschrieben.




Vollversion




Testversion

## 3.3 Formular „Voreinstellungen“

Nach Auswahl im Hauptformular „Neuer Datensatz“ oder im Neu- oder im Editmodus durch Anklicken des Buttons

öffnet sich das Formular Voreinstellungen. Das Formular Voreinstellungen bietet drei Optionen um die notwendigen Voreinstellungen (Randbedingungen) für die Berechnung von Feuerstätten/Brennern für

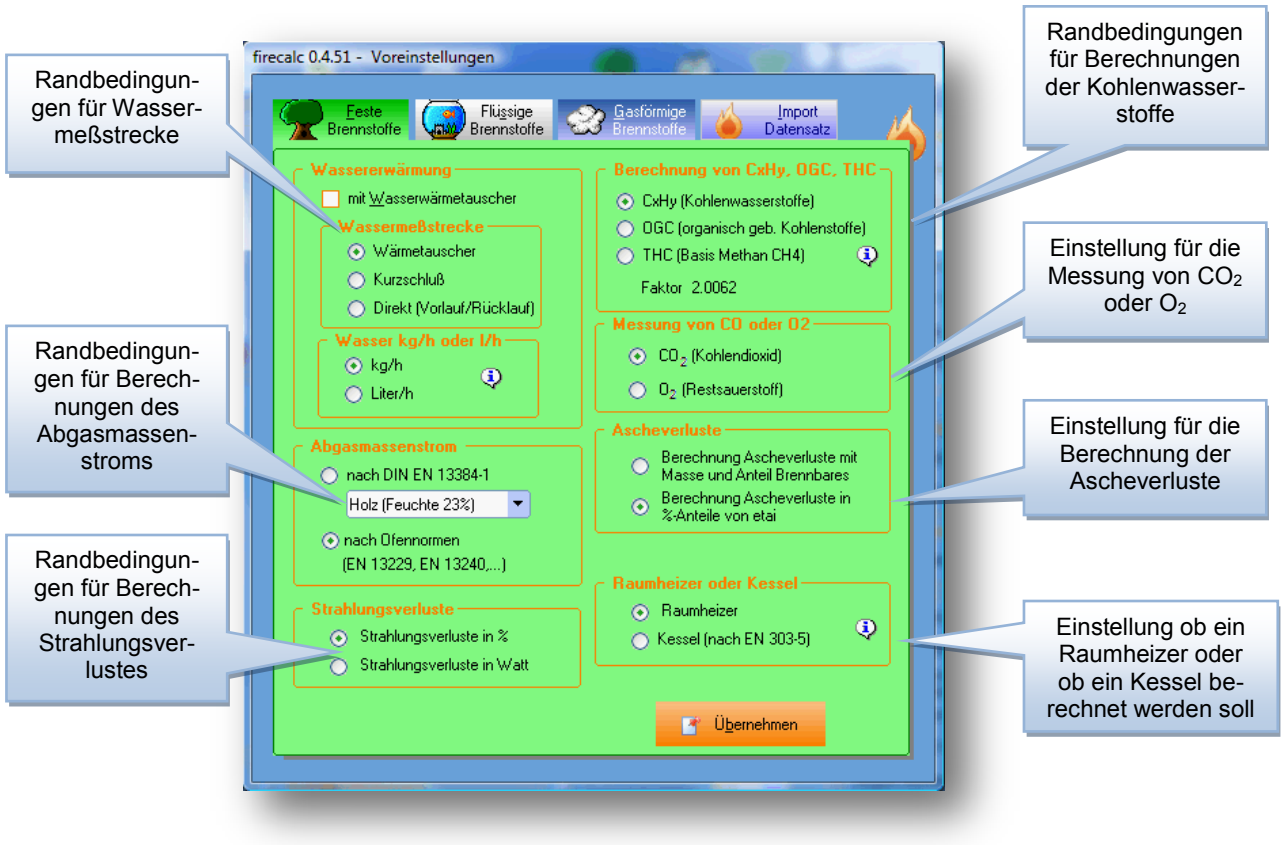
- die Verfeuerung von festen Brennstoffen
- die Verfeuerung von flüssigen Brennstoffen und
- die Verfeuerung von gasförmigen Brennstoffen

vorzunehmen.

Mit der rechts angeordneten Schaltfläche "Import Datensatz" können z.B. die auf einem anderen PC erstellten Datensätze importiert werden. Der Import ist in einem eigenen Kapitel erläutert.

### 3.3.1. Festbrennstoffe - Voreinstellungen

Übersicht über das Formular für die Einstellungen der Randbedingungen für Berechnungen mit Festbrennstoffen:



Folgende Voreinstellungen müssen für Berechnungen mit Festbrennstoffen vorgenommen werden:

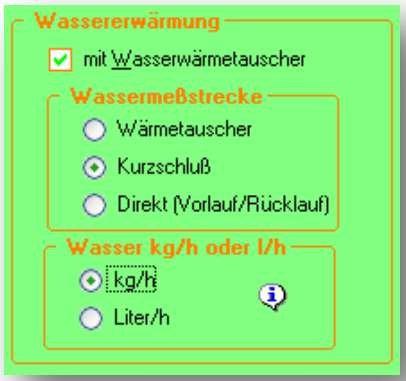
1. **Wassererwärmung**

   a. Auswahl ob die Feuerstätte einen Wasserwärmetauscher (wasserführende Bauteile) enthält.

   b. Welche Wassermeßstrecke verwendet wird
   - Wärmetauscher
   - Kurzschluß
   - Direktmessung (Vorlauf/Rücklauf)

   Weitere Erläuterungen sind in den Kapitel „Wassermeßstrecke“ zu finden.

   c. Ob die Messung der Wassermenge in Liter/Stunde (l/h) oder in Kilogramm/Stunde (kg/h) erfolgt.



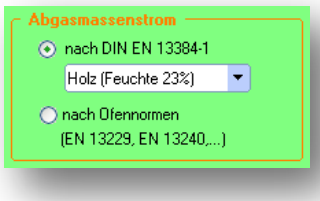

2. **Abgasmassenstrom**

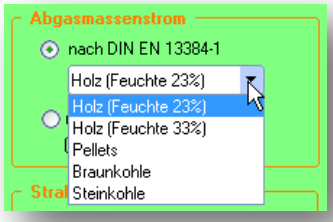
   Auswahl, ob der Abgasmassenstrom nach folgenden Berechnungsalgorithmen erfolgen soll:

   a. DIN EN 13384-1 " Abgasanlagen - Wärme- und strömungstechnische Berechnungsverfahren Teil 1: Abgasanlagen mit einer Feuerstätte"

   b. DIN EN 13240 bzw. DIN EN 13229 bzw. DIN EN 12815 bzw. DIN EN 14785 (Raumheizernormen)

   In der Combo-Listbox muss je nach verfeuertem Brennstoff dieser ausgewählt werden.



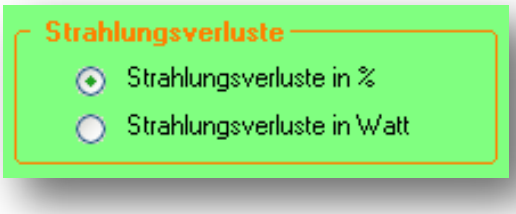




   Hinweis: Die Berechnung des Abgasmassenstroms von Raumheizern mit offenem Feuerraum "Offene Kamine" kann auch vereinfacht mit dem Formular "Abgasmassenstrom offene Feuerstätten" berechnet werden.

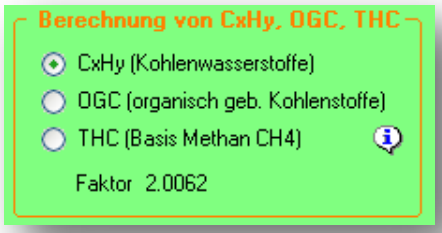
3. **Strahlungsverluste**

   Auswahl ob die Eingabe/der Wert für die Strahlungsverluste in Prozent der Feuerungsleistung oder als Absolutwert in Watt eingegeben wird.

Für Raumheizer sind die Strahlungsverluste Gewinne und dürfen hier nicht eingegeben werden

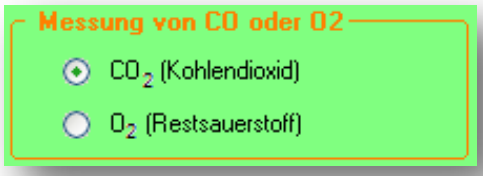



4. Berechnungsoptionen für die Berechnung der Emissionen **Kohlenwasserstoffe** Erläuterungen siehe im Kapitel CxHy, OGC, THC.




5. Messung von **$CO_2$** oder **$O_2$**

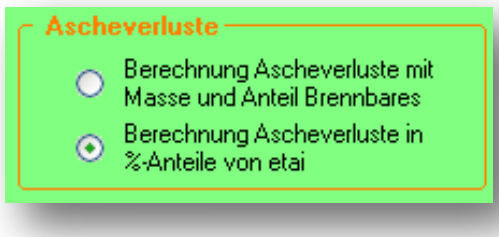
   Auswahl ob als Meßgröße/Eingabewert Kohlendioxid $CO_2$ oder Sauerstoff $O_2$ gemessen und eingegeben wird.




6. Berechnungsoptionen für die Verluste von brennbaren Bestandteilen in der Asche (Ascheverluste).

   Auswahl, ob als Eingabewert der Ascheverluste ein Pauschalwert (%-Verlust von der Feuerungsleistung) gemäß der Prüfnorm oder eine Berechnung der Ascheverluste erfolgen soll.

   a. Ascheverluste (pauschal) in Verlustprozente oder
   b. Ascheverlustmasse und Anteil brennbares (C in Volumen Prozent) in der Asche


Ascheverluste
Berechnung Ascheverluste mit Masse und Anteil Brennbares
Berechnung Ascheverluste in %-Anteile von etai

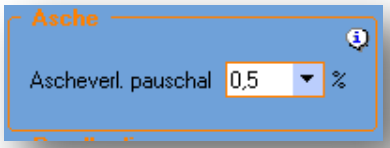
Mit den Werten in den Eingabefeldern des Hauptformulars

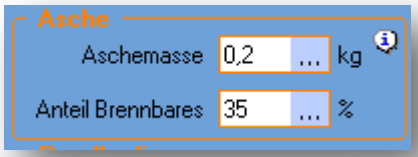
- Ascheverluste (pauschal) in Verlustprozent

oder

- Ascheverlustmasse und Anteil brennbares (i.d.R. Kohlenstoff C) in Volumen Prozent in der Asche

werden die Wärmeverluste durch Verbrennliches im Rost- und Schürdurchfall berechnet.




Definitionen:

Aschegehalt des Brennstoffes

- Fester Bestandteil, der nach der vollständigen Verbrennung des Brennstoffes zurückbleibt

Verbrennungsrückstände

- Asche einschließlich brennbarer Bestandteile, die im Ascheraum gesammelt werden

**Allgemeine Erläuterungen „Wärmeverluste durch Verbrennliches im Rost- und Schürdurchfall“**

Ermittlung der Daten:

Für Feuerstätten mit einem Feuerraumboden-Rost und bei denen der Prüfbrennstoff nicht Holz ist, ist der Rost und Schürdurchfall zur Seite zu stellen und abkühlen zu lassen. Die Masse des Rückstandes wird in Kilogramm auf ± 2 g genau bestimmt und registriert. Der Rost- und Schürdurchfall wird analysiert und das Verbrennliche darin bezogen auf den Rost- und Schürdurchfall in Prozent ermittelt.

Pauschaler Ansatz:

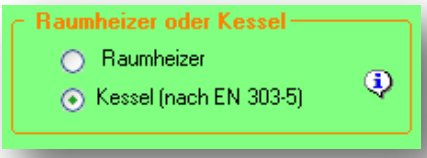
- DIN EN 13240, DIN EN 12815 und DIN EN 13229

Ist der Prüfbrennstoff Holz, braucht der Kohlenstoffgehalt des Rückstandes nicht bestimmt zu werden, und der Brennstoff-Wärmeverlust im Rückstand ist mit 0,5 Prozentpunkten des Wirkungsgrades anzugeben.

- DIN EN 14785

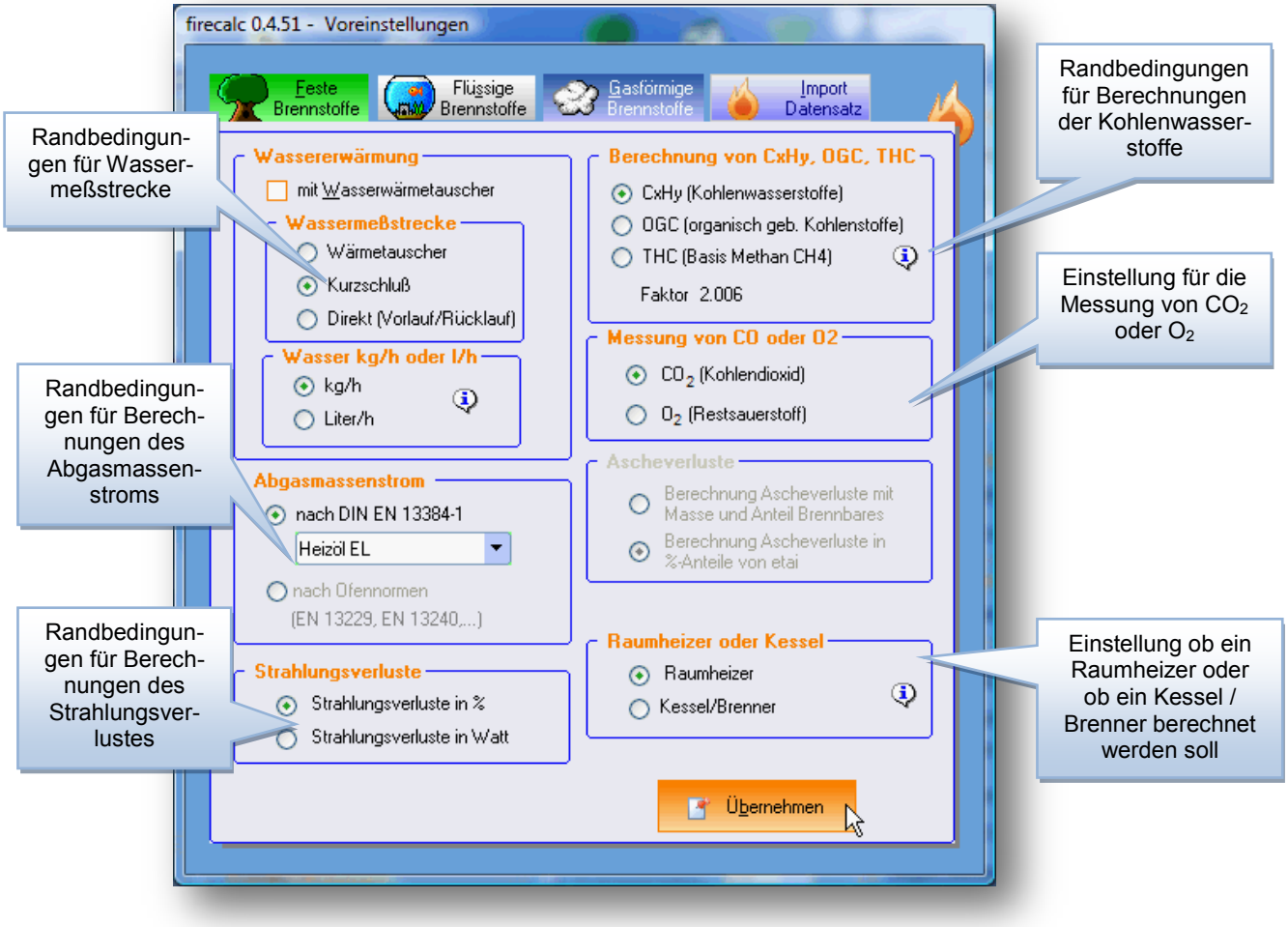
Der Brennstoff-Wärmeverlust von Raumheizern für die Verfeuerung von Holzpellets ist mit 0,2 Prozentpunkten des Wirkungsgrades anzugeben.

7. Auswahl ob ein Raumheizer oder ein Kessel berechnet werden soll.
   a. Bei der Wahl " Raumheizer" werden die Abgasverluste qa nach den Algorithmen den Raumheizernormen verwendet (z.B. EN 13240, EN 13229, EN 14785, EN 12815,...)
   b. Bei der Wahl "Kessel" werden die Abgasverluste qa nach den Algorithmen der Kesselnormen verwendet (z.B. EN 303-5, EN 304, EN 267, DIN 4702,...)



### 3.3.2. Flüssige Brennstoffe - Voreinstellungen

Übersicht über das Formular für die Einstellungen der Randbedingungen für Berechnungen mit flüssigen Brennstoffen:




Folgende Unterschiede bestehen zu den Voreinstellungen zu festen Brennstoffen. In den Fällen wo keine Unterschiede bestehen, kann das Vorgehen im Kapitel bei „Voreinstellungen für Berechnungen mit festen Brennstoffen“ nachgeschlagen werden.

1. Abgasmassenstrom
   Auswahl des Brennstoffes für die Berechnung des Abgasmassenstrom nach den Berechnungsalgorithmen von DIN EN 13384-1 " Abgasanlagen - Wärme- und strömungstechnische Berechnungsverfahren – Teil 1: Abgasanlagen mit einer Feuerstätte".

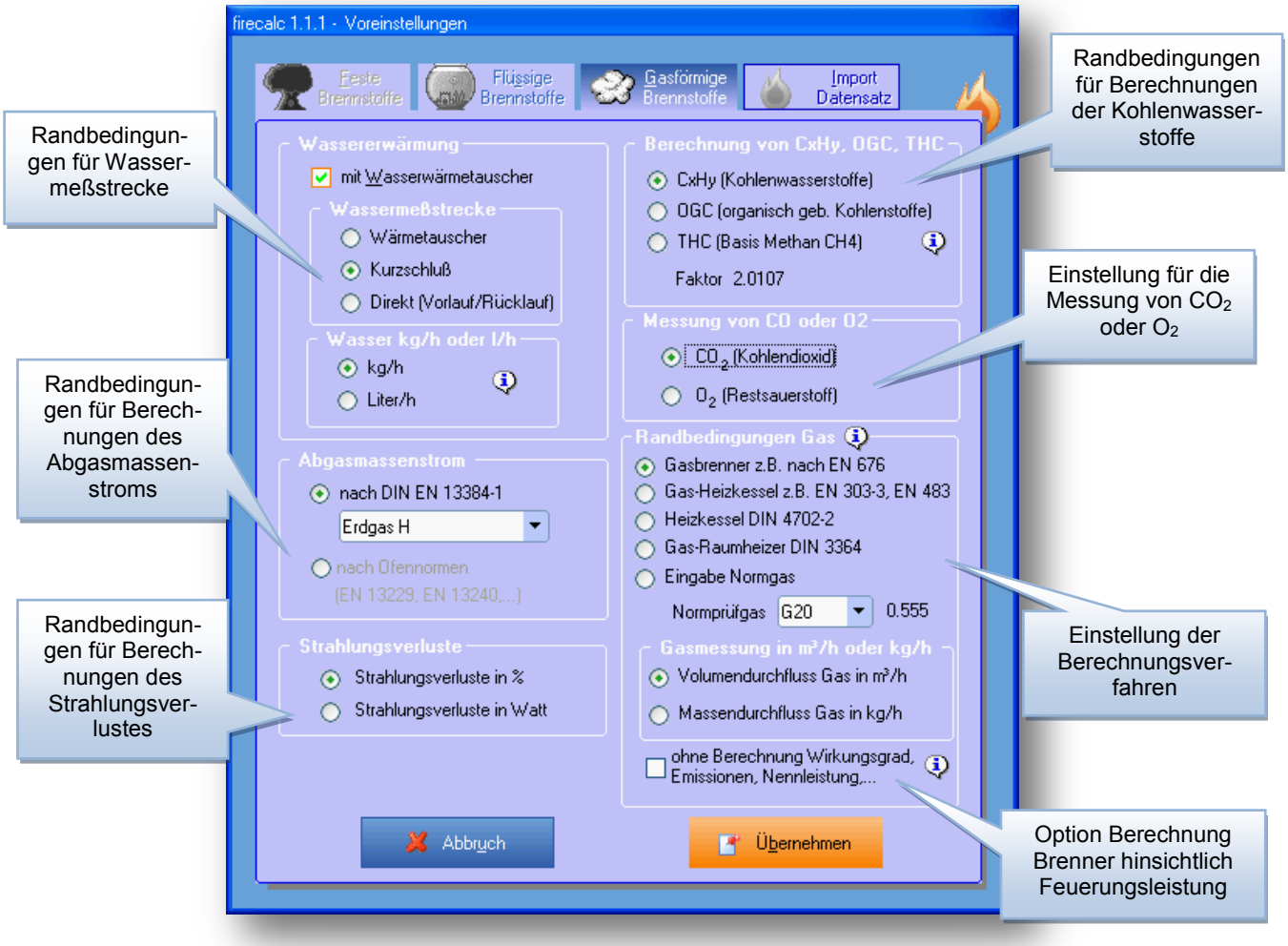
   In der Listbox können folgende flüssige Brennstoffe ausgewählt werden:
   - Heizöl EL
   - Schweröl mit < 1% Schwefel
   - Schweröl mit < 2% Schwefel
   - Schweröl mit < 4% Schwefel
   - Kerosin

   Wird im Hauptberechnungsformular mit anderen Flüssigen Brennstoffen gerechnet, sollte hier der näheliegendste Brennstoff ausgewählt werden. Die Ergebnisse des Abgasmassenstroms sind dann nur als Orientierungswert zu betrachten.

2. Ascheverluste
   Diese Option steht für Berechnungen mit flüssigen Brennstoffen nicht zur Verfügung.

### 3.3.3. Gasförmige Brennstoffe - Voreinstellungen

Übersicht über das Formular für die Einstellungen der Randbedingungen für Berechnungen mit gasförmigen Brennstoffen:




Folgende Unterschiede bestehen zu den Voreinstellungen zu festen Brennstoffen. In den Fällen wo keine Unterschiede bestehen, kann das Vorgehen ein Kapitel bei „Voreinstellungen für Berechnungen mit festen Brennstoffen“ nachgeschlagen werden.

1. Abgasmassenstrom
   Auswahl des Brennstoffes für die Berechnung des Abgasmassenstrom nach den Berechnungsalgorithmen von DIN EN 13384-1 " Abgasanlagen - Wärme- und strömungstechnische Berechnungsverfahren – Teil 1: Abgasanlagen mit einer Feuerstätte".

   In der Listbox können folgende flüssige Brennstoffe ausgewählt werden:
   - Erdgas H
   - Erdgas L
   - Flüssiggas

   Wird im Hauptberechnungsformular mit anderen gasförmigen Brennstoffen gerechnet, sollte hier das näheliegendste Gas ausgewählt werden. Die Ergebnisse des Abgasmassenstroms sind dann nur als Orientierungswert zu betrachten.
2. Ascheverluste
   Diese Option steht für Berechnungen mit gasförmigen Brennstoffen nicht zur Verfügung.

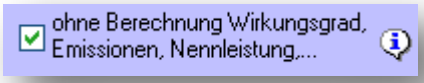
3. Randbedingungen der gewünschten Berechnung je nach Gasart und Anforderung
   - Gasbrenner nach EN 676 (mit Angabe des Prüfgases in der Combo-Listbox "Normprüfgase")
   - Heizkessel nach DIN 4702-2
   - Gas-Heizkessel nach EN 303-3, DIN 483
   - Gas-Raumheizer nach DIN 3364 (mit Angabe des Prüfgases in der Combo-Listbox "Normprüfgase")
   - Eingabe „Normgas für die Berechnung der Feuerungsleistung (Brennerleistung) ohne Korrekturrechnung und

   ob die die Gasmenge in m³ oder kg gemessen wird.

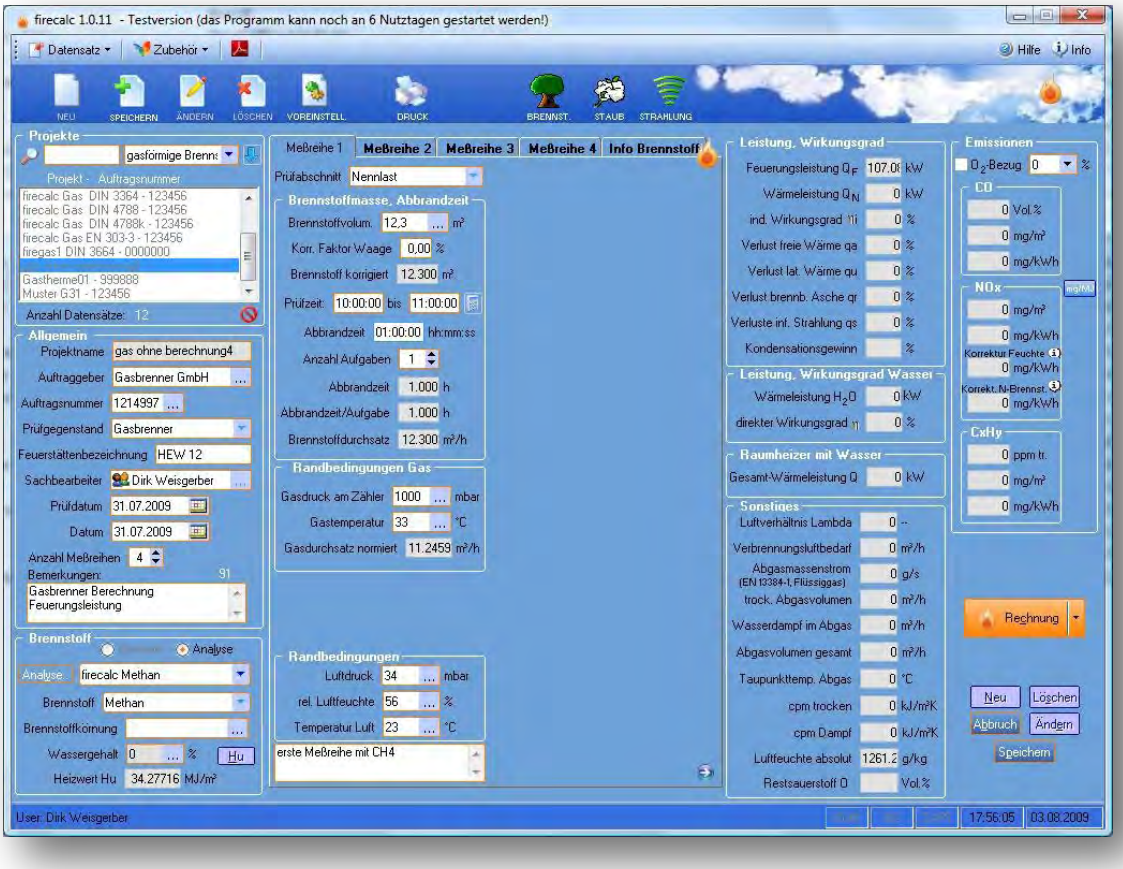
   Die Unterschiede in den Berechnungen werden in dem Kapitel „Randbedingungen Gasberechnungen“ erläutert.

4. Berechnung Feuerungsleistung Brenner oder Gaskocher „ohne Berechnung Wirkungsgrad, Emissionen“

   Mit aktivierter Checkbox wird nur die Feuerungsleistung z.B. bei Gasbrennern oder Gaskocher berechnet. Die Eingabe von Emissionen, Heizgastemperaturen oder Kondensationsangaben entfallen, da bei Messung solcher Geräte diese in der Regel nicht gemessen werden und damit nicht zur Verfügung stehen.




   Im Hauptformular werden die entsprechenden Eingabefelder ausgeblendet und in den Ergebnissen wird Null angezeigt (siehe folgendes Bild).



### 3.3.4. Voreinstellungen „Abbruch“

Wird aus dem Editmodus (also alle Eingabefelder für eine Bearbeitung geöffnet) das Formular Voreinstellungen geöffnet, kann kein Brennstoffwechsel mehr vorgenommen werden. Neu in dem Formular erscheint ein Button „Abbruch“ über den das Formular „Voreinstellungen“ verlassen werden kann, ohne dass Änderungen vorgenommen werden können.

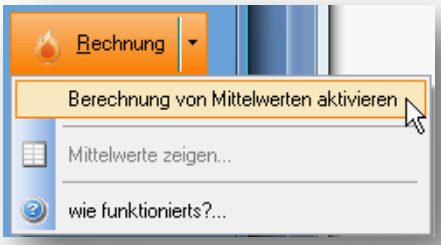
Beispiel: Öffnung des Formulars aus einer Berechnung für feste Brennstoffe. Gas- und Flüssigbrennstoffe sind gesperrt, eine neue Schaltfläche „Abbruch“ ist hinzugekommen.

## 3.4 Formular „Mittelwerte“

Mit dieser Option lassen sich die im Hauptformular berechneten Ergebnisse der einzelnen Abbrände (Meßreihen) übersichtlich gegenüberstellen und es lassen sich Mittelwertberechnungen mit den gewählten Abbränden durchführen.

Der Aufruf dieser Option erfolgt durch das Menü des Berechnungsbuttons im Hauptformular.

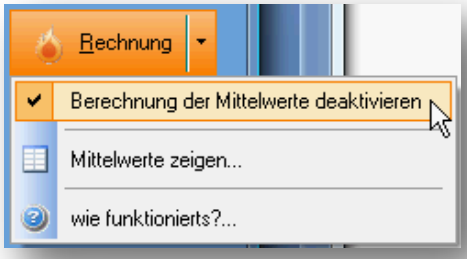
Für die Aktivierung muss der Menüpunkt "Berechnung der Mittelwerte aktivieren" angeklickt werden:



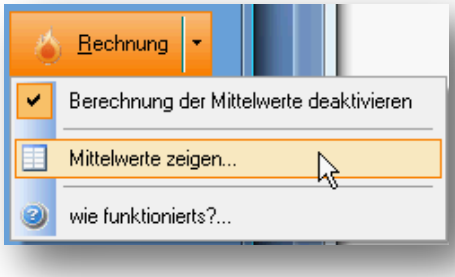

Danach die einzelnen Abbrände von links beginnend durchrechnen.

Für die Ergebnisdarstellung bei Berechnungen von Kesseln nach EN 303-5 bitte vorher die zugehörigen Grenzwerte aktivieren, wenn ein Word-Export der Ergebnisse angedacht ist.

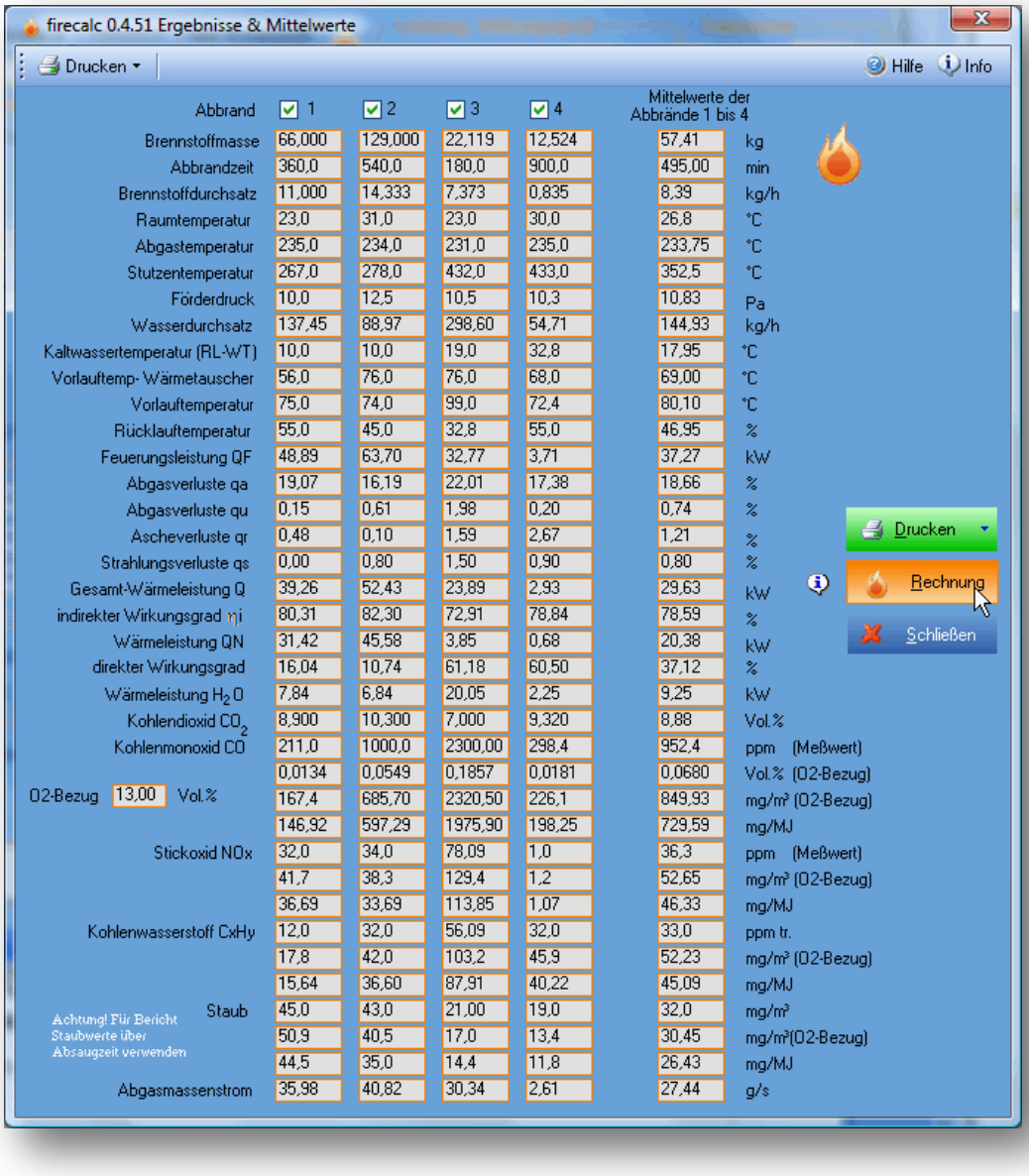
Die Deaktivierung erfolgt durch nochmaliges Auswählen des Menüpunktes. Es wird empfohlen die Berechnung zu deaktivieren, wenn sie nicht benötigt wird, da ansonsten die Berechnungszeiten steigen.




Der Aufruf des Formulars „Mittelwerte“ erfolgt durch den Menüpunkt " Mittelwerte zeigen".



Das Formular Ergebnisse & Mittelwerte:

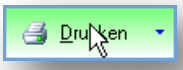

firecalc 0.4.51 Ergebnisse & Mittelwerte
Drucken
Hilfe
Info
Abbrand 1 2 3 4
Mittelwerte der Abbrände 1 bis 4
Brennstoffmasse 66,000 129,000 22,119 12,524 57,41 kg
Abbrandzeit 360,0 540,0 180,0 900,0 495,00 min
Brennstoffdurchsatz 11,000 14,333 7,373 0,835 8,39 kg/h
Raumtemperatur 23,0 31,0 23,0 30,0 26,8 °C
Abgastemperatur 235,0 234,0 231,0 235,0 233,75 °C
Stutzentemperatur 267,0 278,0 432,0 433,0 352,5 °C
Förderdruck 10,0 12,5 10,5 10,3 10,83 Pa
Wasserdurchsatz 137,45 88,97 298,60 54,71 144,93 kg/h
Kaltwassertemperatur (RL-WT) 10,0 10,0 19,0 32,8 17,95 °C
Vorlauftemp- Wärmetauscher 56,0 76,0 76,0 68,0 69,00 °C
Vorlauftemperatur 75,0 74,0 99,0 72,4 80,10 °C
Rücklauftemperatur 55,0 45,0 32,8 55,0 46,95 %
Feuerungsleistung QF 48,89 63,70 32,77 3,71 37,27 kW
Abgasverluste qa 19,07 16,19 22,01 17,38 18,66 %
Abgasverluste qu 0,15 0,61 1,98 0,20 0,74 %
Ascheverluste qr 0,48 0,10 1,59 2,67 1,21 %
Strahlungsverluste qs 0,00 0,80 1,50 0,90 0,80 %
Gesamt-Wärmeleistung Q 39,26 52,43 23,89 2,93 29,63 kW
indirekter Wirkungsgrad ηi 80,31 82,30 72,91 78,84 78,59 %
Wärmeleistung QN 31,42 45,58 3,85 0,68 20,38 kW
direkter Wirkungsgrad 16,04 10,74 61,18 60,50 37,12 %
Wärmeleistung H2O 7,84 6,84 20,05 2,25 9,25 kW
Kohlendioxid CO2 8,900 10,300 7,000 9,320 8,88 Vol.%
Kohlenmonoxid CO 211,0 1000,0 2300,00 298,4 952,4 ppm (Meßwert)
0,0134 0,0549 0,1857 0,0181 0,0680 Vol.% (O2-Bezug)
O2-Bezug 13,00 Vol.% 167,4 685,70 2320,50 226,1 849,93 mg/m³ (O2-Bezug)
146,92 597,29 1975,90 198,25 729,59 mg/MJ
Stickoxid NOx 32,0 34,0 78,09 1,0 36,3 ppm (Meßwert)
41,7 38,3 129,4 1,2 52,65 mg/m³ (O2-Bezug)
36,69 33,69 113,85 1,07 46,33 mg/MJ
Kohlenwasserstoff CxHy 12,0 32,0 56,09 32,0 33,0 ppm tr.
17,8 42,0 103,2 45,9 52,23 mg/m³ (O2-Bezug)
15,64 36,60 87,91 40,22 45,09 mg/MJ
Staub 45,0 43,0 21,00 19,0 32,0 mg/m³
50,9 40,5 17,0 13,4 30,45 mg/m³(O2-Bezug)
44,5 35,0 14,4 11,8 26,43 mg/MJ
Abgasmassenstrom 35,98 40,82 30,34 2,61 27,44 g/s
Achtung! Für Bericht Staubwerte über Absaugzeit verwenden
Drucken
Rechnung
Schließen

Im oberen Bereich des Formulars lassen sich durch Auswählen der einzelnen Versuchsreihen der Auswahlfelder (Checkboxen) die Abbrände auswählen, welche Versuchsreihen bei der Berechnung der Mittelwerte (anklicken des Buttons "Rechnung") berücksichtigt werden sollen. Die mit einem grünen Häkchen versehenen Abbrände (Meßreihen) werden berücksichtigt.

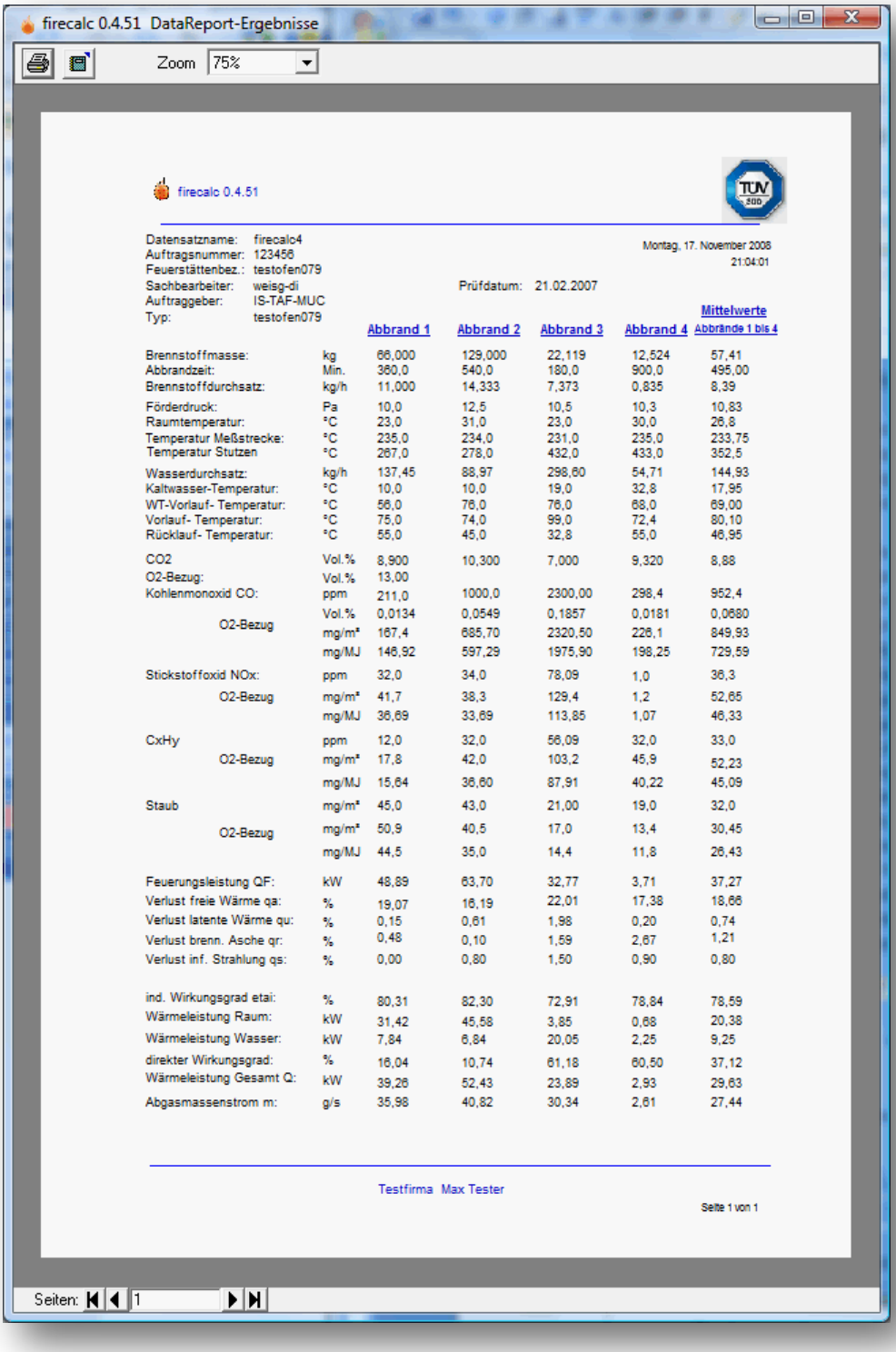
Mit Klick auf den Button „Rechnung“ kann die Berechnung der Mittelwerte der markierten Abbrände durchgeführt werden.

### 3.4.1 Druckfunktion

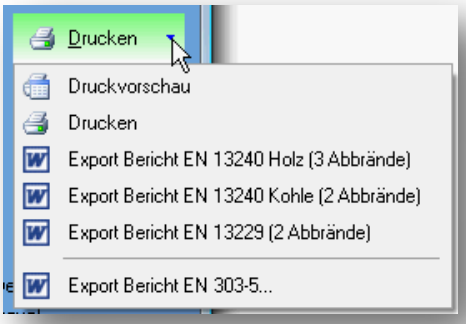
Die Meßreihen und das Ergebnis können mit Klick auf den Button „Drucken“ ausgedruckt werden.



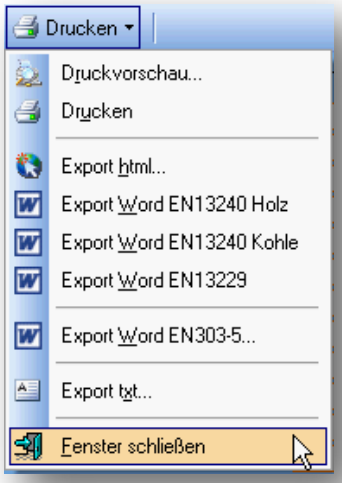

Es öffnet sich eine Druckvorschau in der z.B. mit Klick auf das Druckersymbol oben links ein anderer Drucker ausgewählt oder direkt auf dem Standarddrucker gedruckt werden kann.


firecalc 0.4.51 DataReport-Ergebnisse
Zoom 75%
firecalc 0.4.51
Datensatzname: firecalc4
Auftragsnummer: 123456
Feuerstättenbez.: testofen079
Sachbearbeiter: weisg-di
Auftraggeber: IS-TAF-MUC
Typ: testofen079
Montag, 17. November 2008
21:04:01
Prüfdatum: 21.02.2007
Mittelwerte
Abbrand 1 Abbrand 2 Abbrand 3 Abbrand 4 Abbrände 1 bis 4
Brennstoffmasse: kg 66,000 129,000 22,119 12,524 57,41
Abbrandzeit: Min. 360,0 540,0 180,0 900,0 495,00
Brennstoffdurchsatz: kg/h 11,000 14,333 7,373 0,835 8,39
Förderdruck: Pa 10,0 12,5 10,5 10,3 10,83
Raumtemperatur: °C 23,0 31,0 23,0 30,0 26,8
Temperatur Meßstrecke: °C 235,0 234,0 231,0 235,0 233,75
Temperatur Stutzen °C 267,0 278,0 432,0 433,0 352,5
Wasserdurchsatz: kg/h 137,45 88,97 298,60 54,71 144,93
Kaltwasser-Temperatur: °C 10,0 10,0 19,0 32,8 17,95
WT-Vorlauf- Temperatur: °C 56,0 76,0 76,0 68,0 69,00
Vorlauf- Temperatur: °C 75,0 74,0 99,0 72,4 80,10
Rücklauf- Temperatur: °C 55,0 45,0 32,8 55,0 46,95
CO2 Vol.% 8,900 10,300 7,000 9,320 8,88
O2-Bezug: Vol.% 13,00
Kohlenmonoxid CO: ppm 211,0 1000,0 2300,00 298,4 952,4
O2-Bezug Vol.% 0,0134 0,0549 0,1857 0,0181 0,0680
mg/m³ 167,4 685,70 2320,50 226,1 849,93
mg/MJ 146,92 597,29 1975,90 198,25 729,59
Stickstoffoxid NOx: ppm 32,0 34,0 78,09 1,0 36,3
O2-Bezug mg/m³ 41,7 38,3 129,4 1,2 52,65
mg/MJ 36,69 33,69 113,85 1,07 46,33
CxHy ppm 12,0 32,0 56,09 32,0 33,0
O2-Bezug mg/m³ 17,8 42,0 103,2 45,9 52,23
mg/MJ 15,64 36,60 87,91 40,22 45,09
Staub mg/m³ 45,0 43,0 21,00 19,0 32,0
O2-Bezug mg/m³ 50,9 40,5 17,0 13,4 30,45
mg/MJ 44,5 35,0 14,4 11,8 26,43
Feuerungsleistung QF: kW 48,89 63,70 32,77 3,71 37,27
Verlust freie Wärme qa: % 19,07 16,19 22,01 17,38 18,66
Verlust latente Wärme qu: % 0,15 0,61 1,98 0,20 0,74
Verlust brenn. Asche qr: % 0,48 0,10 1,59 2,67 1,21
Verlust inf. Strahlung qs: % 0,00 0,80 1,50 0,90 0,80
ind. Wirkungsgrad etai: % 80,31 82,30 72,91 78,84 78,59
Wärmeleistung Raum: kW 31,42 45,58 3,85 0,68 20,38
Wärmeleistung Wasser: kW 7,84 6,84 20,05 2,25 9,25
direkter Wirkungsgrad: % 16,04 10,74 61,18 60,50 37,12
Wärmeleistung Gesamt Q: kW 39,26 52,43 23,89 2,93 29,63
Abgasmassenstrom m: g/s 35,98 40,82 30,34 2,61 27,44
Testfirma Max Tester
Seite 1 von 1
Seiten: 1

Wird rechts auf dem Button „Drucken“ auf den kleinen grünen Pfeil geklickt öffnet sich ein Menü mit folgenden Möglichkeiten:




- Buttonoptionen "Drucken"
  1. Druckvorschau: Wie oben beschrieben
  2. Drucken: Direktdruck auf den Standarddrucker
  3. Export Bericht Microsoft Word EN 13240 Holz (3 Abbrände)
  4. Export Bericht Microsoft Word EN 13240 Kohle (2 Abbrände)
  5. Export Bericht Microsoft Word EN 13229 Holz und Kohle (2 Abbrände)
  6. Export Bericht Microsoft Word EN 303-5
- Menüoptionen "Drucken"



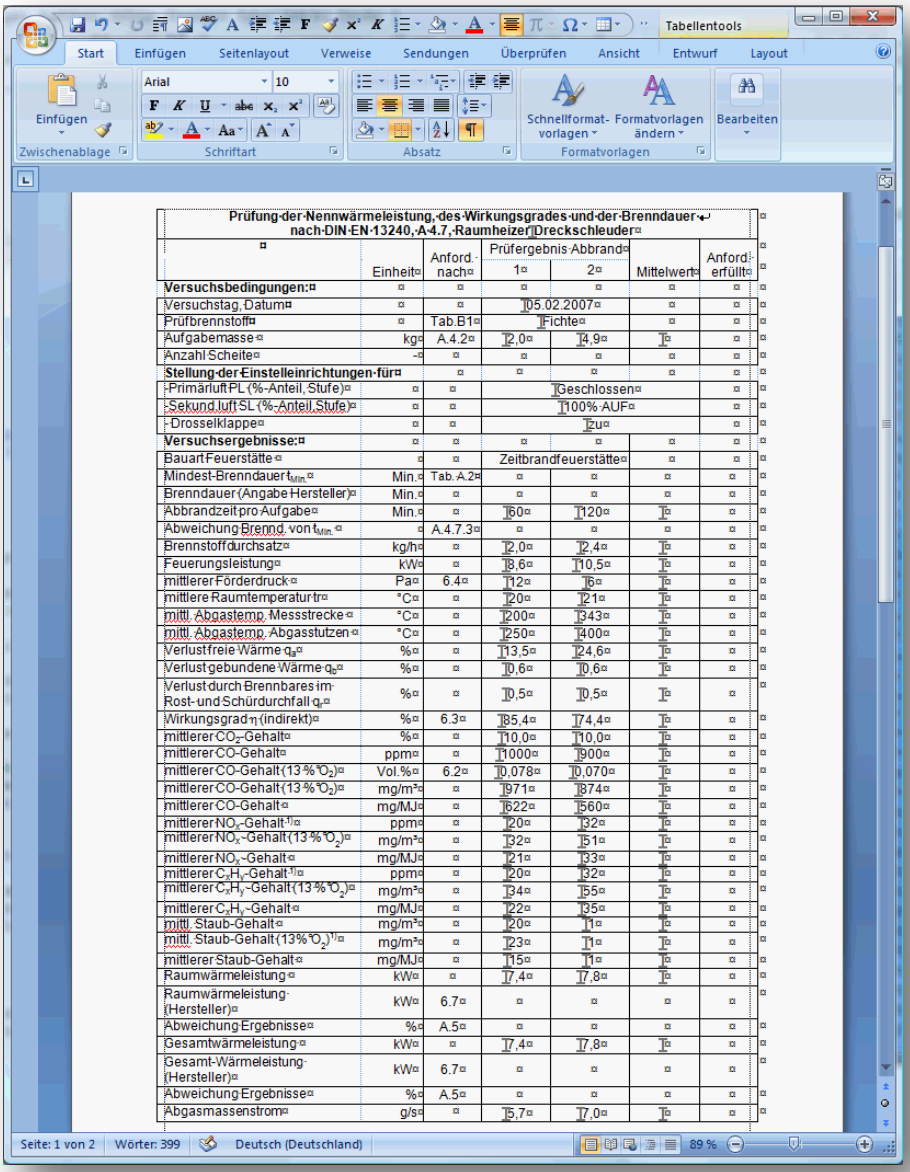

Menüfunktionen siehe oben.

### 3.4.2 Export Word

Der Export der Daten nach Microsoft Word in eine Berichtsvorlagendatei ist in der aktuellen Version von firecalc nur für Festbrennstoffe möglich.

Hierfür muss Microsoft-Word auf Ihrem PC vorhanden sein, ansonsten erfolgt eine Fehlermeldung und der Abbruch dieser Funktion. Diese Funktion wurde für Microsoft Word 2003 erstellt. Ist auf dem PC z.B. Microsoft Word 2007 installiert kann es zu einer Word Fehlermeldung und Fehlfunktionen kommen. Siehe hierzu auch die Erläuterungen im Kapitel Export MS-Word und RTF-Format.

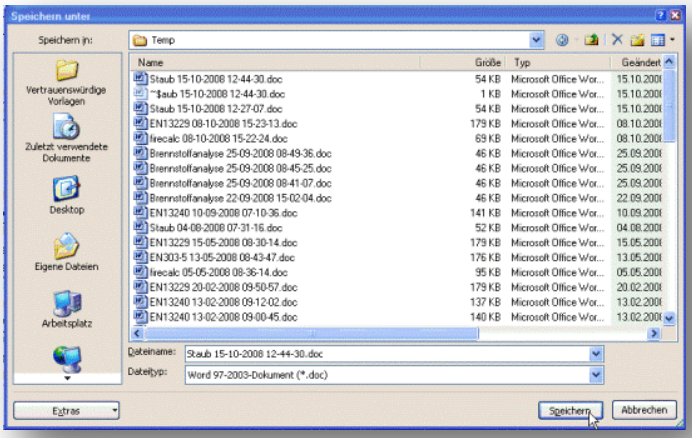
Nach einer der möglichen oben beschriebener Auswahl „Export Bericht Microsoft Word EN 13240“ oder „Export Bericht Microsoft Word EN 13229“ wird Microsoft Word gestartet und die 2 bzw. 3 ausgewählten Abbrände und die berechneten Mittelwerte übertragen:



**Prüfung der Nennwärmeleistung, des Wirkungsgrades und der Brenndauer nach DIN EN 13240, A 4.7, Raumheizer Dreckschleuder**

| | Einheit | Anford. nach | Prüfergebnis Abbrand 1 | Prüfergebnis Abbrand 2 | Mittelwert | Anford. erfüllt |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Versuchsbedingungen:** | | | | | | |
| Versuchstag, Datum | | | 05.02.2007 | | | |
| Prüfbrennstoff | | Tab.B1 | Fichte | | | |
| Aufgabemasse | kg | A.4.2 | 2,0 | 4,9 | | |
| Anzahl Scheite | - | | | | | |
| **Stellung der Einstelleinrichtungen für** | | | | | | |
| Primärluft PL (%-Anteil, Stufe) | | | Geschlossen | | | |
| Sekund.luft SL (%-Anteil, Stufe) | | | 100% AUF | | | |
| Drosselklappe | | | zu | | | |
| **Versuchsergebnisse:** | | | | | | |
| Bauart Feuerstätte | | | Zeitbrandfeuerstätte | | | |
| Mindest-Brenndauer $t_{Min}$ | Min. | Tab. A.2 | | | | |
| Brenndauer (Angabe Hersteller) | Min. | | | | | |
| Abbrandzeit pro Aufgabe | Min. | | 60 | 120 | | |
| Abweichung Brenn. von $t_{Min.}$ | | A.4.7.3 | | | | |
| Brennstoffdurchsatz | kg/h | | 2,0 | 2,4 | | |
| Feuerungsleistung | kW | | 8,6 | 10,5 | | |
| mittlerer Förderdruck | Pa | 6.4 | 12 | 16 | | |
| mittlere Raumtemperatur tr | °C | | 20 | 21 | | |
| mittl. Abgastemp. Messstrecke | °C | | 200 | 343 | | |
| mittl. Abgastemp. Abgasstutzen | °C | | 250 | 400 | | |
| Verlust freie Wärme $q_a$ | % | | 13,5 | 24,6 | | |
| Verlust gebundene Wärme $q_b$ | % | | 0,6 | 0,6 | | |
| Verlust durch Brennbares im Rost- und Schürdurchfall $q_r$ | % | | 0,5 | 0,5 | | |
| Wirkungsgrad $\eta$ (indirekt) | % | 6.3 | 85,4 | 74,4 | | |
| mittlerer $CO_2$-Gehalt | % | | 10,0 | 10,0 | | |
| mittlerer CO-Gehalt | ppm | | 1000 | 900 | | |
| mittlerer CO-Gehalt (13 % $O_2$) | Vol.% | 6.2 | 0,078 | 0,070 | | |
| mittlerer CO-Gehalt (13 % $O_2$) | mg/m³ | | 971 | 874 | | |
| mittlerer CO-Gehalt | mg/MJ | | 622 | 560 | | |
| mittlerer $NO_x$-Gehalt [1)] | ppm | | 20 | 32 | | |
| mittlerer $NO_x$-Gehalt (13 % $O_2$) | mg/m³ | | 32 | 51 | | |
| mittlerer $NO_x$-Gehalt | mg/MJ | | 21 | 33 | | |
| mittlerer $C_xH_y$-Gehalt [1)] | ppm | | 20 | 32 | | |
| mittlerer $C_xH_y$-Gehalt (13 % $O_2$) | mg/m³ | | 34 | 55 | | |
| mittlerer $C_xH_y$-Gehalt | mg/MJ | | 22 | 35 | | |
| mittl. Staub-Gehalt | mg/m³ | | 20 | 1 | | |
| mittl. Staub-Gehalt (13% $O_2$) [1)] | mg/m³ | | 23 | 1 | | |
| mittlerer Staub-Gehalt | mg/MJ | | 15 | 1 | | |
| Raumwärmeleistung | kW | | 7,4 | 7,8 | | |
| Raumwärmeleistung (Hersteller) | kW | 6.7 | | | | |
| Abweichung Ergebnisse | % | A.5 | | | | |
| Gesamtwärmeleistung | kW | | 7,4 | 7,8 | | |
| Gesamt-Wärmeleistung (Hersteller) | kW | 6.7 | | | | |
| Abweichung Ergebnisse | % | A.5 | | | | |
| Abgasmassenstrom | g/s | | 5,7 | 7,0 | | |

Das Word-Dokument wird in das temporäre Standardverzeichnis gespeichert. Der Dateiname setzt sich aus dem Erstellungsdatum und der Uhrzeit zusammen und sollte in Word mit "Speichern unter" in das gewünschte Zielverzeichnis gespeichert werden.



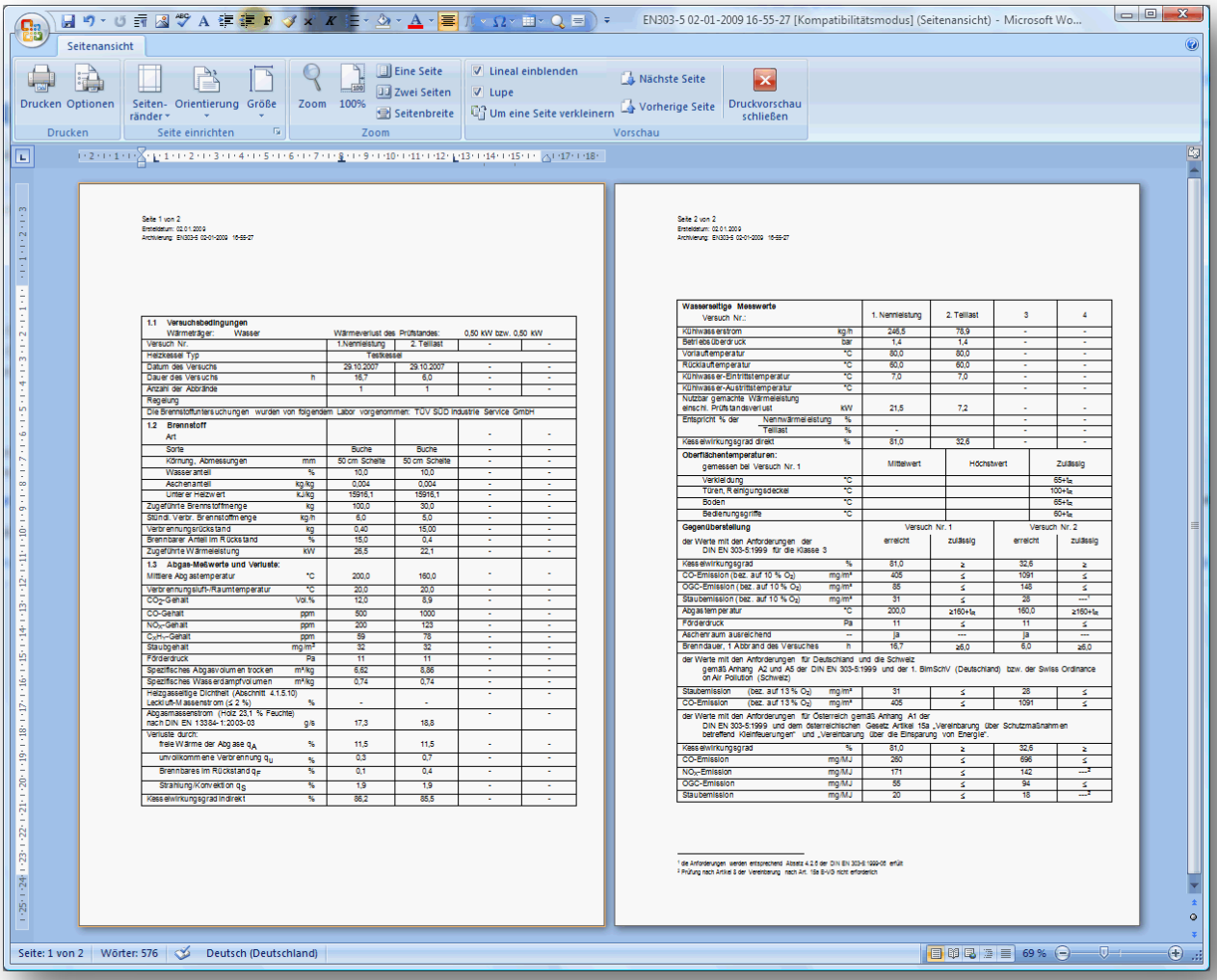

⚠ Achtung im Speichern-Menü von Word wird als Dateityp die Word-Dokumentvorlage *.dot automatisch vorgeschlagen. Dies sollte in *.doc geändert werden.

Nach der möglichen oben beschriebener Auswahl „Export Bericht Microsoft Word EN 303-5“ öffnet sich ein Auswahlfenster in dem unten angegebenen Punkte ausgewählt werden müssen.

1. Beschickung
   a) Brennstoff handbeschickt (z.B. Stückholzkessel)
   b) Brennstoff automatisch beschickt (z.B. Pellet oder Hackschnitzel)
2. Leistung
   a) Eine Meßreihe Nennlast (Nennleistung)
   b) Eine Meßreihe Nennlast und eine Meßreihe Teillast (Teilleistung, kleinste Wärmeleistung)
3. Auswahl Leistung

   In den beiden Auswahllisten muss ausgewählt werden, welche Meßreihe die Nennlast und welche Meßreihe die Teillast ist. Für diese Option können in firecalc bisher nur die erste und zweite Meßreihe (Abbrand) verwendet werden. Nach Klick auf „Übernehmen“ erfolgt die Erstellung der Worddatei.

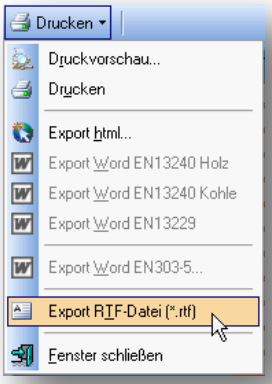
Nach Klick auf die Schaltfläche „Übernehmen“ wird Microsoft Word gestartet und der Ergebnis-bericht nach DIN EN 303-5 wird erstellt (Beispiel Automatisch beschickter Heizkessel für Pellets, Nenn- und Teil-Wärmeleistung):



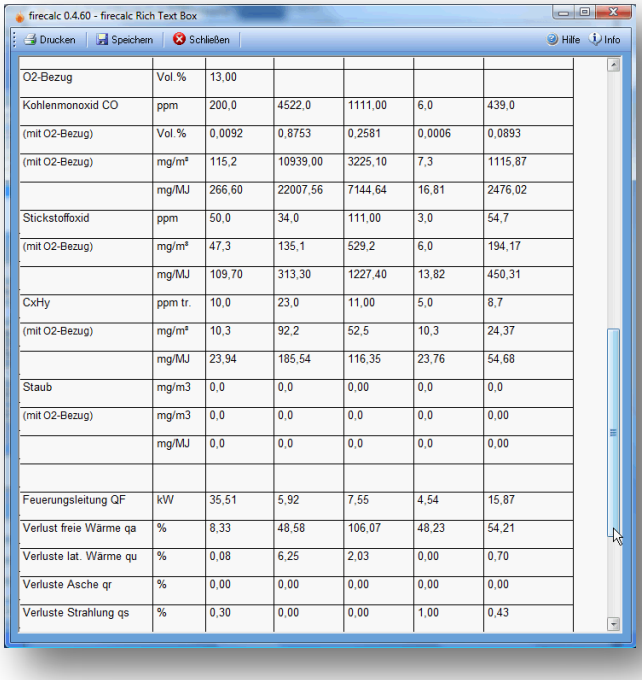
### 3.4.3 Erstellung einer rtf-Textdatei (.rtf)

RTF ist die Abkürzung für "Rich Text Format" auf Deutsch "erweitertes Textformat". RTF ist ein spezielles Dateiformat, das für den Datenaustausch formatierter Texte zwischen verschiedenen Textverarbeitungsprogrammen entwickelt wurde. Vorteil des RTF-Formates: Durch dessen Verwendung bleibt die Formatierung von Textdateien auch beim Austausch von Dokumenten zwischen Softwareprodukten unterschiedlicher Hersteller erhalten. Nachteil: Nicht alle Formatierungsmöglichkeiten komplexer Textverarbeitungen wie z.B. Microsoft Word werden berücksichtigt.

Die Erstellung einer RTF-Textdatei oder einer txt-Textdatei kann durch Auswahl in der Menüleiste „Drucken“ -> „Export RTF-Datei (*.rtf)“ ausgelöst werden.

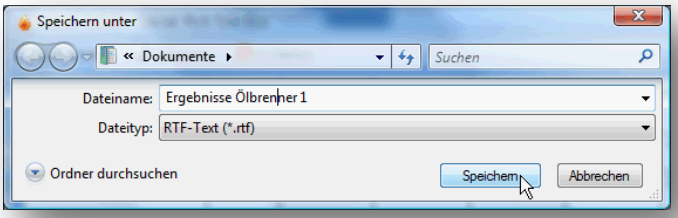



Anschließend öffnet sich ein Vorschaufenster mit der erstellten rtf-Datei (Beispiel eine Berechnung mit flüssigem Brennstoff). In der Menüleiste oben links kann die Datei mit „Speichern“ an den gewünschten Zielort gespeichert werden. Das Vorschaufenster kann mit „Schließen“ geschlossen werden. Aus programmtechnischen Gründen kann die Voransicht der rtf-Datei von der korrekt gespeicherten rtf-Datei abweichen.

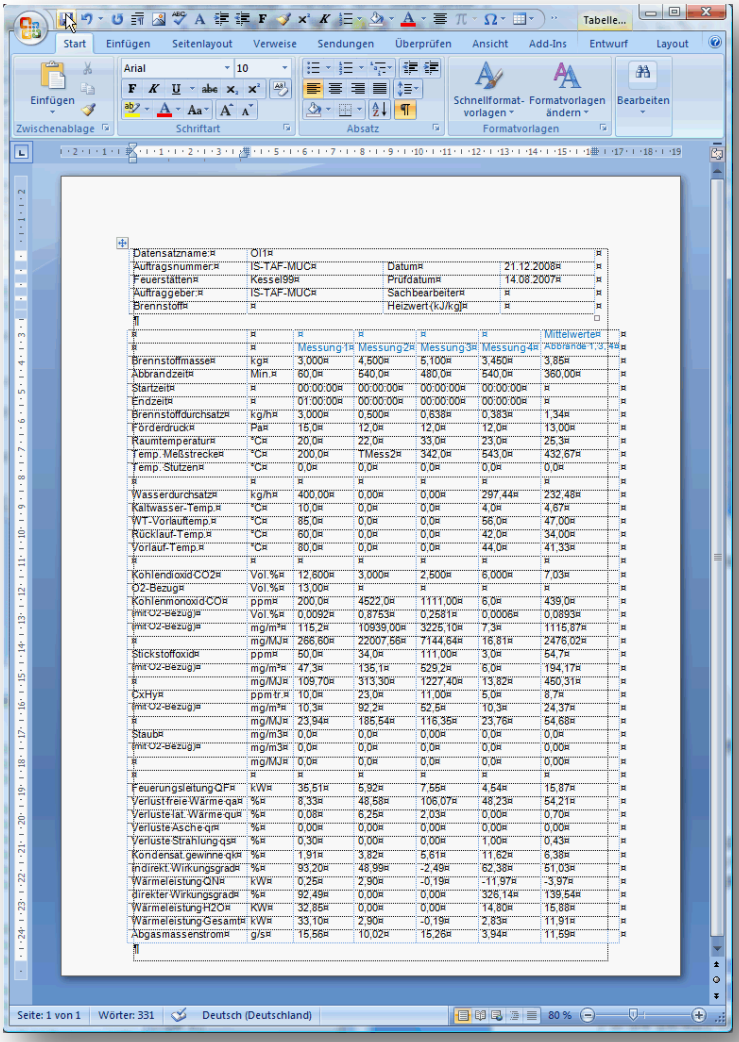



| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| O2-Bezug | Vol.% | 13,00 | | | | |
| Kohlenmonoxid CO | ppm | 200,0 | 4522,0 | 1111,00 | 6,0 | 439,0 |
| (mit O2-Bezug) | Vol.% | 0,0092 | 0,8753 | 0,2581 | 0,0006 | 0,0893 |
| (mit O2-Bezug) | mg/m³ | 115,2 | 10939,00 | 3225,10 | 7,3 | 1115,87 |
| | mg/MJ | 266,60 | 22007,56 | 7144,64 | 16,81 | 2476,02 |
| Stickstoffoxid | ppm | 50,0 | 34,0 | 111,00 | 3,0 | 54,7 |
| (mit O2-Bezug) | mg/m³ | 47,3 | 135,1 | 529,2 | 6,0 | 194,17 |
| | mg/MJ | 109,70 | 313,30 | 1227,40 | 13,82 | 450,31 |
| CxHy | ppm tr. | 10,0 | 23,0 | 11,00 | 5,0 | 8,7 |
| (mit O2-Bezug) | mg/m³ | 10,3 | 92,2 | 52,5 | 10,3 | 24,37 |
| | mg/MJ | 23,94 | 185,54 | 116,35 | 23,76 | 54,68 |
| Staub | mg/m3 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,0 |
| (mit O2-Bezug) | mg/m3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 |
| | mg/MJ | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 |
| | | | | | | |
| Feuerungsleitung QF | kW | 35,51 | 5,92 | 7,55 | 4,54 | 15,87 |
| Verlust freie Wärme qa | % | 8,33 | 48,58 | 106,07 | 48,23 | 54,21 |
| Verluste lat. Wärme qu | % | 0,08 | 6,25 | 2,03 | 0,00 | 0,70 |
| Verluste Asche qr | % | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Verluste Strahlung qs | % | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,43 |

Der Speicherdialog der rtf-Datei:




Screenshot der rtf-Datei, geöffnet mit MS-Word:



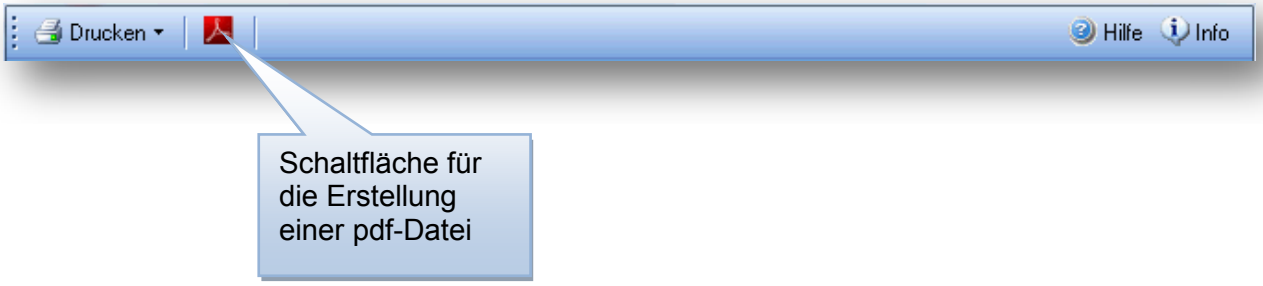
| Datensatzname: | Öl1 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Auftragsnummer: | IS-TAF-MUC | | Datum | | 21.12.2008 | |
| Feuerstätten: | Kessel99 | | Prüfdatum | | 14.08.2007 | |
| Auftraggeber: | IS-TAF-MUC | | Sachbearbeiter | | | |
| Brennstoff | | | Heizwert (kJ/kg) | | | |

| | | | | | | | Mittelwerte |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Messung 1 | Messung 2 | Messung 3 | Messung 4 | Abbrände 1..3 | |
| Brennstoffmasse | kg | 3,000 | 4,500 | 5,100 | 3,450 | | 3,85 |
| Abbrandzeit | Min. | 60,0 | 540,0 | 480,0 | 540,0 | | 360,00 |
| Startzeit | | 00:00:00 | 00:00:00 | 00:00:00 | 00:00:00 | | |
| Endzeit | | 01:00:00 | 00:00:00 | 00:00:00 | 00:00:00 | | |
| Brennstoffdurchsatz | kg/h | 3,000 | 0,500 | 0,638 | 0,383 | | 1,34 |
| Förderdruck | Pa | 15,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | | 13,00 |
| Raumtemperatur | °C | 20,0 | 22,0 | 33,0 | 23,0 | | 25,3 |
| Temp. Meßstrecke | °C | 200,0 | TMess2 | 342,0 | 543,0 | | 432,67 |
| Temp. Stutzen | °C | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | 0,0 |
| | | | | | | | |
| Wasserdurchsatz | kg/h | 400,00 | 0,00 | 0,00 | 297,44 | | 232,48 |
| Kaltwasser-Temp. | °C | 10,0 | 0,0 | 0,0 | 4,0 | | 4,67 |
| WT-Vorlauftemp. | °C | 85,0 | 0,0 | 0,0 | 56,0 | | 47,00 |
| Rücklauf-Temp. | °C | 60,0 | 0,0 | 0,0 | 42,0 | | 34,00 |
| Vorlauf-Temp. | °C | 80,0 | 0,0 | 0,0 | 44,0 | | 41,33 |
| | | | | | | | |
| Kohlendioxid CO2 | Vol.% | 12,600 | 3,000 | 2,500 | 6,000 | | 7,03 |
| O2-Bezug | Vol.% | 13,00 | | | | | |
| Kohlenmonoxid CO | ppm | 200,0 | 4522,0 | 1111,00 | 6,0 | | 439,0 |
| (mrO2-bezug) | Vol.% | 0,0092 | 0,8753 | 0,2581 | 0,0006 | | 0,0893 |
| (mrO2-bezug) | mg/m³ | 115,2 | 10939,00 | 3225,10 | 7,3 | | 1115,87 |
| | mg/MJ | 266,80 | 22007,56 | 7144,64 | 16,81 | | 2476,02 |
| Stickstoffoxid | ppm | 50,0 | 34,0 | 111,00 | 3,0 | | 54,7 |
| (mrO2-bezug) | mg/m³ | 47,3 | 135,1 | 529,2 | 6,0 | | 194,17 |
| | mg/MJ | 109,70 | 313,30 | 1227,40 | 13,82 | | 450,31 |
| CxHy | ppm tr. | 10,0 | 23,0 | 11,00 | 5,0 | | 8,7 |
| (mrO2-bezug) | mg/m³ | 10,3 | 92,2 | 52,5 | 10,3 | | 24,37 |
| | mg/MJ | 23,94 | 185,54 | 116,35 | 23,76 | | 54,68 |
| Staub | mg/m3 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | | 0,0 |
| (mrO2-bezug) | mg/m3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | 0,00 |
| | mg/MJ | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | 0,00 |
| | | | | | | | |
| Feuerungsleitung QF | kW | 35,51 | 5,92 | 7,55 | 4,54 | | 15,87 |
| Verlust freie Wärme qa | % | 8,33 | 48,58 | 106,07 | 48,23 | | 54,21 |
| Verluste lat. Wärme qu | % | 0,08 | 6,25 | 2,05 | 0,00 | | 0,70 |
| Verluste Asche qr | % | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 |
| Verluste Strahlung qs | % | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | | 0,43 |
| Kondensat gewinne qk | % | 1,91 | 3,82 | 5,61 | 11,82 | | 6,38 |
| indirekt Wirkungsgrad | % | 93,20 | 48,99 | -2,49 | 62,38 | | 51,03 |
| Wärmeleistung QN | kW | 0,25 | 2,90 | -0,19 | -11,97 | | -3,97 |
| direkter Wirkungsgrad | % | 92,49 | 0,00 | 0,00 | 326,14 | | 139,54 |
| Wärmeleistung H2O | KW | 32,85 | 0,00 | 0,00 | 14,80 | | 15,88 |
| Wärmeleistung Gesamt | kW | 33,10 | 2,90 | -0,19 | 2,83 | | 11,91 |
| Abgasmassenstrom | g/s | 15,56 | 10,02 | 15,26 | 3,94 | | 11,59 |

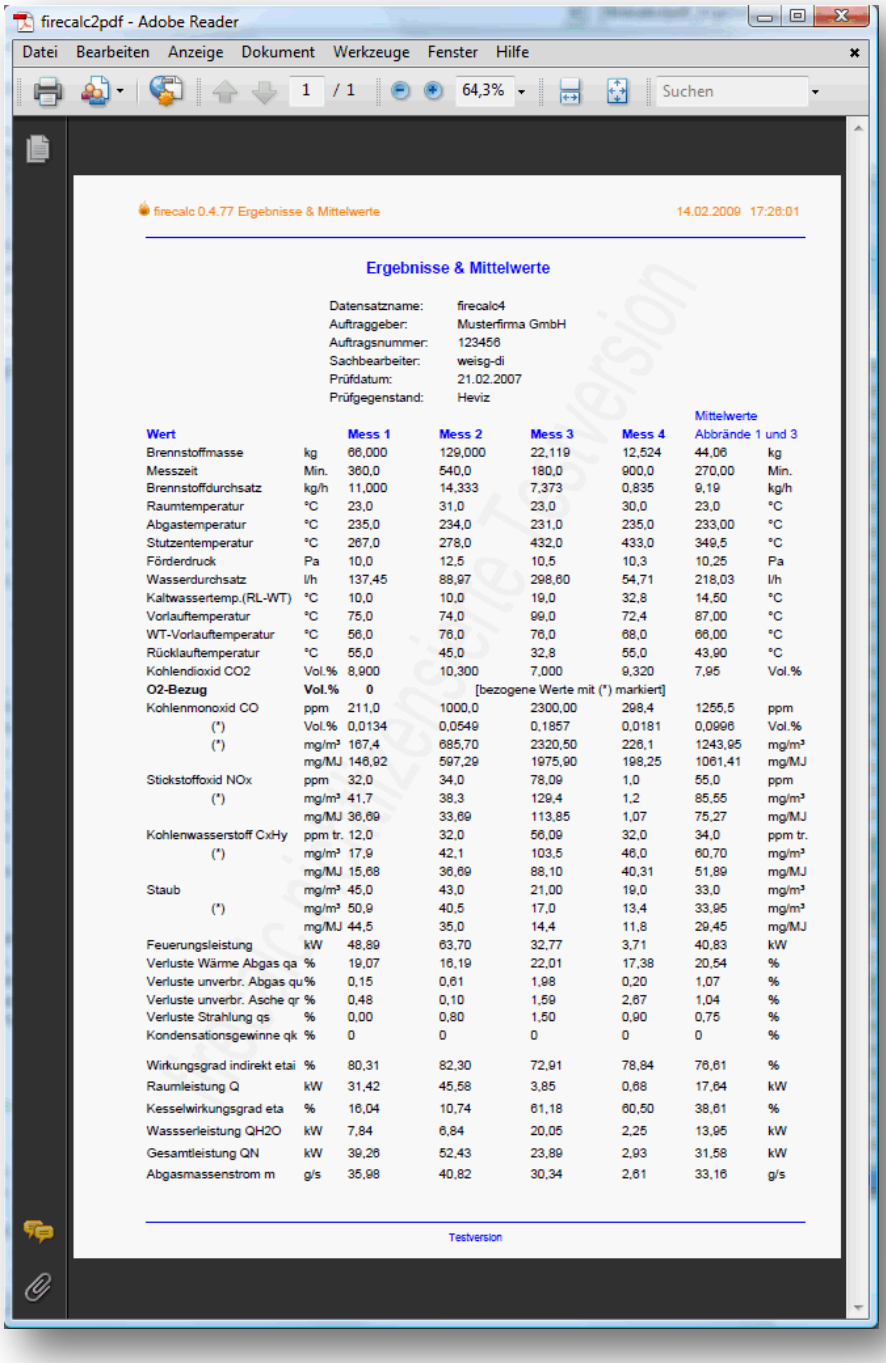
Neben der Möglichkeit die Datei zu speichern, können die Daten aus dem Vorschaufenster auch mit Paste & Copy markiert, in die Zwischenablage gespeichert und z.B. in ein Dokument einer Textverarbeitungssoftware eingefügt werden.

### 3.4.4 Erstellung einer pdf Datei

In der Menüleiste rechts neben den Auswahlmöglichkeiten für das Ausdrucken kann mit Klick auf das rote pdf-Symbol eine pdf-Datei der Ergebnisse erstellt werden. Vor der Erstellung einer pdf-Datei sollten die Abbrände (Meßreihen) ausgewählt werden mit denen eine Mittelwertbildung erfolgen soll.




Nach Anklicken auf das pdf-Symbol wird die pdf-Datei erzeugt, der Adobe Acrobat pdf-Reader gestartet und die pdf-Datei angezeigt:

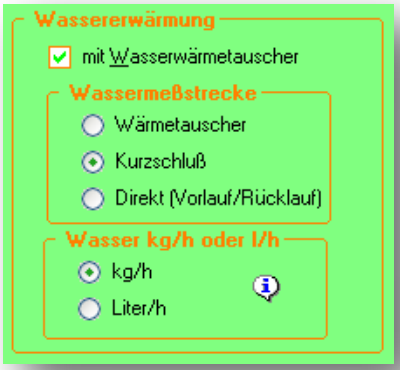

firecalc2pdf - Adobe Reader
Datei Bearbeiten Anzeige Dokument Werkzeuge Fenster Hilfe
1 / 1
64,3%
Suchen
firecalc 0.4.77 Ergebnisse & Mittelwerte
14.02.2009 17:26:01
Ergebnisse & Mittelwerte
Datensatzname: firecalc4
Auftraggeber: Musterfirma GmbH
Auftragsnummer: 123456
Sachbearbeiter: weisg-di
Prüfdatum: 21.02.2007
Prüfgegenstand: Heviz
Wert | | Mess 1 | Mess 2 | Mess 3 | Mess 4 | Mittelwerte Abbrände 1 und 3 |
Brennstoffmasse kg 66,000 129,000 22,119 12,524 44,06 kg
Messzeit Min. 360,0 540,0 180,0 900,0 270,00 Min.
Brennstoffdurchsatz kg/h 11,000 14,333 7,373 0,835 9,19 kg/h
Raumtemperatur °C 23,0 31,0 23,0 30,0 23,0 °C
Abgastemperatur °C 235,0 234,0 231,0 235,0 233,00 °C
Stutzentemperatur °C 267,0 278,0 432,0 433,0 349,5 °C
Förderdruck Pa 10,0 12,5 10,5 10,3 10,25 Pa
Wasserdurchsatz l/h 137,45 88,97 298,60 54,71 218,03 l/h
Kaltwassertemp.(RL-WT) °C 10,0 10,0 19,0 32,8 14,50 °C
Vorlauftemperatur °C 75,0 74,0 99,0 72,4 87,00 °C
WT-Vorlauftemperatur °C 56,0 76,0 76,0 68,0 66,00 °C
Rücklauftemperatur °C 55,0 45,0 32,8 55,0 43,90 °C
Kohlendioxid CO2 Vol.% 8,900 10,300 7,000 9,320 7,95 Vol.%
O2-Bezug Vol.% 0 [bezogene Werte mit (*) markiert]
Kohlenmonoxid CO ppm 211,0 1000,0 2300,00 298,4 1255,5 ppm
(*) Vol.% 0,0134 0,0549 0,1857 0,0181 0,0998 Vol.%
(*) mg/m³ 167,4 685,70 2320,50 226,1 1243,95 mg/m³
mg/MJ 146,92 597,29 1975,90 198,25 1061,41 mg/MJ
Stickstoffoxid NOx ppm 32,0 34,0 78,09 1,0 55,0 ppm
(*) mg/m³ 41,7 38,3 129,4 1,2 85,55 mg/m³
mg/MJ 36,69 33,69 113,85 1,07 75,27 mg/MJ
Kohlenwasserstoff CxHy ppm tr. 12,0 32,0 56,09 32,0 34,0 ppm tr.
(*) mg/m³ 17,9 42,1 103,5 46,0 60,70 mg/m³
mg/MJ 15,68 36,69 88,10 40,31 51,89 mg/MJ
Staub mg/m³ 45,0 43,0 21,00 19,0 33,0 mg/m³
(*) mg/m³ 50,9 40,5 17,0 13,4 33,95 mg/m³
mg/MJ 44,5 35,0 14,4 11,8 29,45 mg/MJ
Feuerungsleistung kW 48,89 63,70 32,77 3,71 40,83 kW
Verluste Wärme Abgas qa % 19,07 16,19 22,01 17,38 20,54 %
Verluste unverbr. Abgas qu % 0,15 0,61 1,98 0,20 1,07 %
Verluste unverbr. Asche qr % 0,48 0,10 1,59 2,67 1,04 %
Verluste Strahlung qs % 0,00 0,80 1,50 0,90 0,75 %
Kondensationsgewinne qk % 0 0 0 0 0 %
Wirkungsgrad indirekt etai % 80,31 82,30 72,91 78,84 76,61 %
Raumleistung Q kW 31,42 45,58 3,85 0,68 17,64 kW
Kesselwirkungsgrad eta % 16,04 10,74 61,18 60,50 38,61 %
Wassserleistung QH2O kW 7,84 6,84 20,05 2,25 13,95 kW
Gesamtleistung QN kW 39,26 52,43 23,89 2,93 31,58 kW
Abgasmassenstrom m g/s 35,98 40,82 30,34 2,61 33,16 g/s
Testversion

## 3.5 Wassermeßstrecke und Prüfstandsverluste

Für die Berechnung der Wärmeleistung des Warmwassererzeugers und des direkten Wirkungsgrades (Kesselwirkungsgrad) wird die an den Wärmeträger nutzbar abgegebene Wärmeleistung bestimmt. Sie kann unmittelbar am Kessel (Direktmessung Vorlauftemperatur und Rücklauftemperatur und des Wasserdurchsatzes) oder mittelbar an einer Wassermeßstrecke bestimmt werden.

### 3.5.1 Voreinstellungen

Wie bei den Erläuterungen des Formulars „Voreinstellungen“ beschrieben, müssen bei Berechnungen von Feuerstätten mit wasserführenden Bauteilen folgende notwendigen Einstellungen hinsichtlich der Meßstrecke für die Erfassung der wasserseitigen Daten ausgewählt werden:



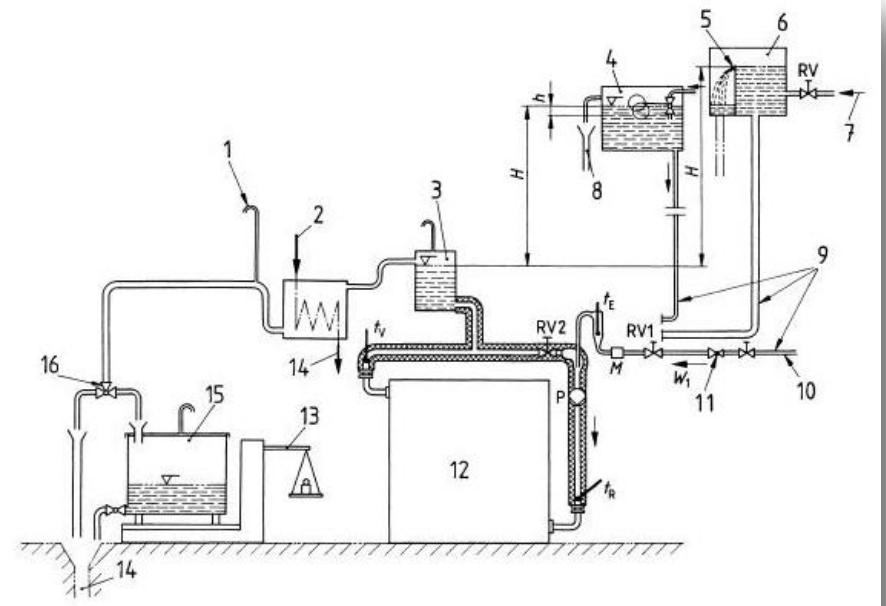

- Auswahl, ob die Feuerstätte einen Wasserwärmetauscher (wasserführende Bauteile) enthält. In dem Fall muss die Checkbox „mit Wasserwärmetauscher“ aktiviert werden (grünes Häkchen setzen)
- Welche Wassermeßstrecke verwendet wird
  - Wärmetauscher
  - Kurzschluß
  - Direktmessung (Vorlauf/Rücklauf)
- Ob die Messung der Wassermenge in Liter/Stunde (l/h) oder in Kilogramm/Stunde (kg/h) erfolgt.

### 3.5.2 Wassermeßstrecken

Im Folgenden werden die einzelnen Wassermeßstrecken zusammenfassend erläutert. Weitere Informationen sind der Fachliteratur und/oder den genannten Normen zu entnehmen:

#### 3.5.2.1 Wärmeleistungsmessung unmittelbar am Kessel (Prüfstand mit Kurzschlusstrecke)

Die an das Heizwasser nutzbar abgegebene Wärmeleistung wird durch Messung des in den Kesselkreislauf eingespeisten Kaltwasser-Massenstromes und Temperaturerhöhung auf Vorlauftemperatur oder durch Messung des im Kesselkreislauf umgewälzten Wasser-Massenstromes und seiner Temperaturerhöhung ermittelt. Diese Methode kann unter Voreinstellungen -> Kurzschluß gewählt werden. Folgend eine schematische Darstellung aus DIN EN 304:



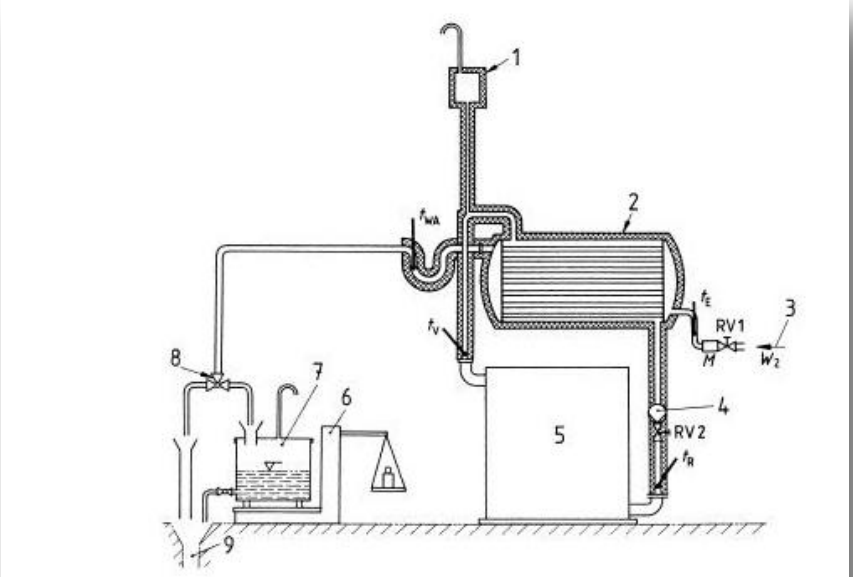

**Legende**

1 Hochführen der Leitung und Entlüften erforderlich, um Leerlaufen bzw. Leersaugen zu verhindern
2 Kühlwasserzufluss
3 offen oder geschlossener Ausgleichsbehälter
4 Gefäß mit Schwimmregler
5 Wehr
6 Gefäß für konstante Wasserversorgung
7 Kaltwasserzufluss
8 Überlauf
9 wahlweise
10 Kaltwasserzufluss
11 Druckminderventil, Vordruck konstant
12 Warmwasser- oder Heißwasserkessel
13 Waage
14 Abfluss
15 Wägbehälter
16 Dreiwegehahn

Prüfstand mit Kurzschlusstrecke und drei möglichen Anordnungen für die Kaltwassereinspeisung

### 3.5.2.2 Wärmeleistungsmessung mittelbar an einem Wärmetauscher (Prüfstand mit Wärmetauscher)

Die vom Kessel gelieferte Wärmeleistung wird durch einen Wärmeaustauscher an das Kühlwasser übertragen. Die von diesem aufgenommene Wärmeleistung wird aus dem Durchfluss und der Temperaturerhöhung des Kühlwassers ermittelt. Die Wärmeverluste (Prüfstandsverluste Wassermeßstrecke) der gut zu isolierenden Verbindungsleitungen zwischen Kessel und Wärmeaustauscher und die des Wärmeaustauschers selbst sind entweder durch Vorversuche zu bestimmen, oder sie sind zu berechnen. Diese Methode kann unter Voreinstellungen -> Wärmetauscher gewählt werden.




**Legende**
1 offen oder geschlossenes Ausdehnungsgefäß nicht zirkulierend angeschlossen
2 Wärmeaustauscher
3 Wasserzufluss unter konstanten Vordruck
4 Umwälzpumpe P, falls Schwerkraftzirkulation nicht ausreicht
5 Warmwasser- oder Heißwasserkessel
6 Waage
7 Wägbehälter
8 Dreiwegehahn
9 Abfluss

**Prüfstand mit Wärmetauscher (z.B. EN 304)**

Anmerkung zu Prüfstand mit Wärmetauscher
Wegen des größeren Wasserinhaltes und der längeren Rohrleitungen ergibt sich eine größere Trägheit des Prüfstandsystems, die einmal den Beharrungszustand schwieriger erkennen lässt und zum anderen eine Korrektur des Wärmezustandes des Systems erforderlich macht, wenn Vor- und Rücklauftemperaturen bei Beginn und Ende des Versuches nicht genau übereinstimmen. Die verhältnismäßig hohen Wärmeverluste beeinträchtigen, wenn sie nicht exakt erfasst werden, die Versuchsgenauigkeit.

#### 3.5.2.3 Wärmeleistungsmessung ohne Wassermeßstrecke (Direktmessung mittels Vor-und Rücklauftemperatur)

Diese Methode kann unter  Voreinstellungen -> Direkt (Vorlauf/Rücklauf) gewählt werden.

Auf diese Direktmessung sollte weitestgehend verzichtet werden, da aufgrund der geringen Temperaturspreizung und des hohen Wasserdurchsatzes recht große Meßfehler entstehen können.

### 3.5.3 Messung des Wasserdurchflusses in kg/h oder l/h

Bei der Wahl von l/h erfolgt eine Umrechnung des Wasservolumens in eine Wassermasse. Hierfür wird die Dichte des Wassers berechnet. Bei der Berechnung der Dichte wird davon ausgegangen, dass das Messgerät für den Durchfluss im kälteren Medium angeordnet ist, also in der Kaltwasserzufuhr bei der Kurzschluß- und Wärmetauschermeßstrecke sowie im Wasserrücklauf bei der Direktmessung.

### 3.5.4 Prüfstandsverluste

Hinweise und Bewertungen der Prüfstandsaufbauten für die Ermittlung der Wassermeßstrecke (gemäß EN 304):

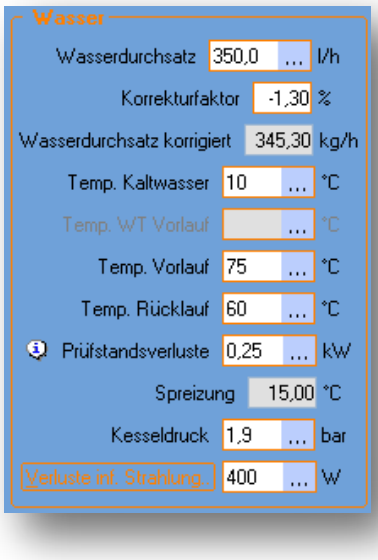
In Bild "Kurzschlußstrecke" sind diejenigen Leitungen mit Wärmedämmung dargestellt, deren Wärmeverluste bei der Berechnung der Nutzwärme berücksichtigt werden. Bei kurzer, gut wärmegedämmter Kurzschlußstrecke sind deren Wärmeverluste klein. Die Wärmeentwicklung z.B. einer Pumpe in der Versuchsstrecke ist zu berücksichtigen.

Auch im Bild "Wärmetauscher" sind diejenigen Leitungen und Geräte, wie Wärmeaustauscher und Ausdehnungsgefäße mit Wärmedämmung dargestellt, deren Wärmeverluste bei der Berechnung der Nutzwärme berücksichtigt werden. Diese Wärmeverluste sind, gegebenenfalls unter Berücksichtigung der Pumpenleistung, zu bestimmen. Hierzu wird zweckmäßig statt des Kessels ein elektrisch beheizter Wärmeerzeuger eingebaut, dessen Leistungsaufnahme gemessen wird. Ein Teil der zugeführten Wärmeleistung ist möglicherweise an das Kühlwasser abzuführen, um die für den Hauptversuch festgelegten Vor- und Rücklauftemperaturen im Leistungssystem einzuhalten.

Die an das Kühlwasser abgeführte Wärmeleistung ist zu messen und von der Leistungsaufnahme abzuziehen. Wegen des größeren Wasserinhaltes und der längeren Rohrleitungen im Vergleich zum Prüfstandsaufbau nach Bild "Kurzschlußmeßstrecke" ergibt sich eine größere Trägheit des in Bild "Wärmetauscher" dargestellten Prüfstandsystems, die einmal den Beharrungszustand schwieriger erkennen lässt und zum anderen eine Korrektur des Wärmezustands des Systems erforderlich macht, wenn Vor- und Rücklauftemperaturen am Beginn und Ende des Versuchs nicht genau übereinstimmen. Die verhältnismäßig hohen Wärmeverluste beeinträchtigen die Versuchsgenauigkeit.

Im Hinblick auf die angestrebte hohe Genauigkeit bei der Bestimmung des Teillastwirkungsgrades ist dem Prüfstandsaufbau nach Bild "Kurzschlußstrecke" der Vorzug zu geben.

### 3.5.5 Auswirkungen auf das Hauptformular


Wasser
Wasserdurchsatz 350,0 ... l/h
Korrekturfaktor -1,30 %
Wasserdurchsatz korrigiert 345,30 kg/h
Temp. Kaltwasser 10 ... °C
Temp. WT Vorlauf ... °C
Temp. Vorlauf 75 ... °C
Temp. Rücklauf 60 ... °C
Prüfstandsverluste 0,25 ... kW
Spreizung 15,00 °C
Kesseldruck 1,9 ... bar
Verluste inf. Strahlung 400 ... W

Beispiel der Auswirkungen der eingestellten Voreinstellungen auf das Ein- und Ausgabefeld im Hauptformular. Es wurde eine Wasserdurchsatzmessung in l/h, als Meßstrecke eine Kurzschlußmeßstrecke ausgewählt (das Eingabefeld der Vorlauftemperatur des Wärmetauschers bei einer Wärmetauscher-Meßstrecke) wird geblockt und ist grau eingefärbt.

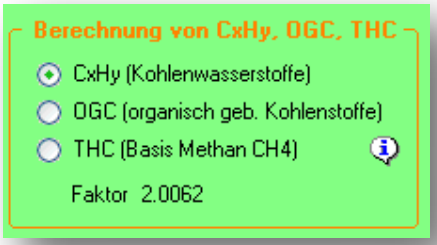
## 3.6 Kohlenwasserstoffe

- Kohlenwasserstoffe (CxHy)
- Organische gasförmige Verbindungen (organic gaseous compounds OGC)
- Total hydrocarbon content (THC)

Kohlenwasserstoffe sind organische Verbindungen, die aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen und bei Verbrennungsprozessen Energie freisetzen. Beispiele sind Gase wie Methan, Flüssigkeiten wie Erdöl und Benzin sowie Feststoffe wie Paraffin.

Wenn die Feuerstätte hinsichtlich möglicher Anforderungen an Kohlenwasserstoffe geprüft werden soll, muss je nach Messung und Anforderung die richtige Umrechnung der Meßgröße (in ppm) in die gemäß Anforderung geforderte Einheit erfolgen. Abhängig ist dies auch von dem bei der Kalibrierung des Meßgerätes verwendete Kalibriergas.

Notwendige Voreinstellung im Formular "Voreinstellungen":



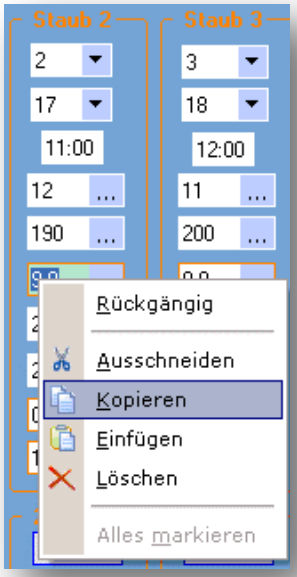

- **$C_XH_Y$** Bei Kalibrierung des Meßgerätes mit Propan ($C_3H_8$) und notwendiger Bewertung für z.B. Deutschland nach "DINPlus" (Einheit mg/m³ mit Bezugsrechnung auf Sauerstoff) muss $C_XH_Y$ eingestellt werden. Die Berechnung erfolgt hinsichtlich des Gesamtkohlenwasserstoffgehalt als Propanäquivalent.
- **OGC** Bei Kalibrierung des Meßgerätes mit Propan ($C_3H_8$) oder Methan ($CH_4$) und notwendiger Bewertung für z.B. für Österreich nach "15a" (in mg/MJ) muss OGC eingestellt werden. Die Berechnung erfolgt hinsichtlich der Summe der Emissionen von organisch gebundenem Kohlenstoff, berechnet als elementarer Kohlenstoff.
- **THC** Bei Kalibrierung des Meßgerätes mit Methan ($CH_4$). Die Berechnung erfolgt hinsichtlich des Gesamtkohlenwasserstoffgehalt als Methanäquivalent.

Weitere Erläuterungen sind im Kapitel „Ergebnisse Emissionen“ zu finden.

## 3.7 Sonstiges

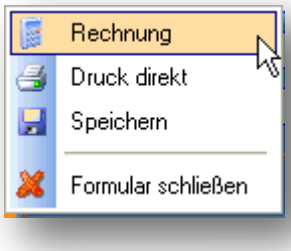
### 3.7.1 Rechte Maustaste

Bei **firecalc** kann im Staubformular die rechte Maustaste benutzt werden. Klicken Sie mit der rechten Maustaste in ein (geöffnetes) Eingabefeld, erscheint rechts neben dem Eingabefeld ein Menü.




- Beim Anklicken des Eingabefeldes mit der rechten Maustaste bestehen weitere Optionen (Rückgängig, Kopieren, Einfügen, Löschen,...).
- **ACHTUNG!** Mit der Einfügeoption besteht die Möglichkeit in Eingabefelder die ausschließlich für Zahlen zugelassen sind, auch irrtümlich Texte oder Sonderzeichen einzugeben. Hierdurch kann es zu Berechnungsfehlern oder im schlimmsten Fall zum Abstürzen der Software kommen.

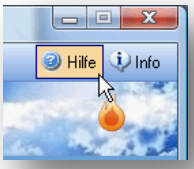
Durch "Rechtsklick" in einige Bereiche des Brennstoffformulars öffnet sich ein Menü mit folgenden Befehlsmöglichkeiten:



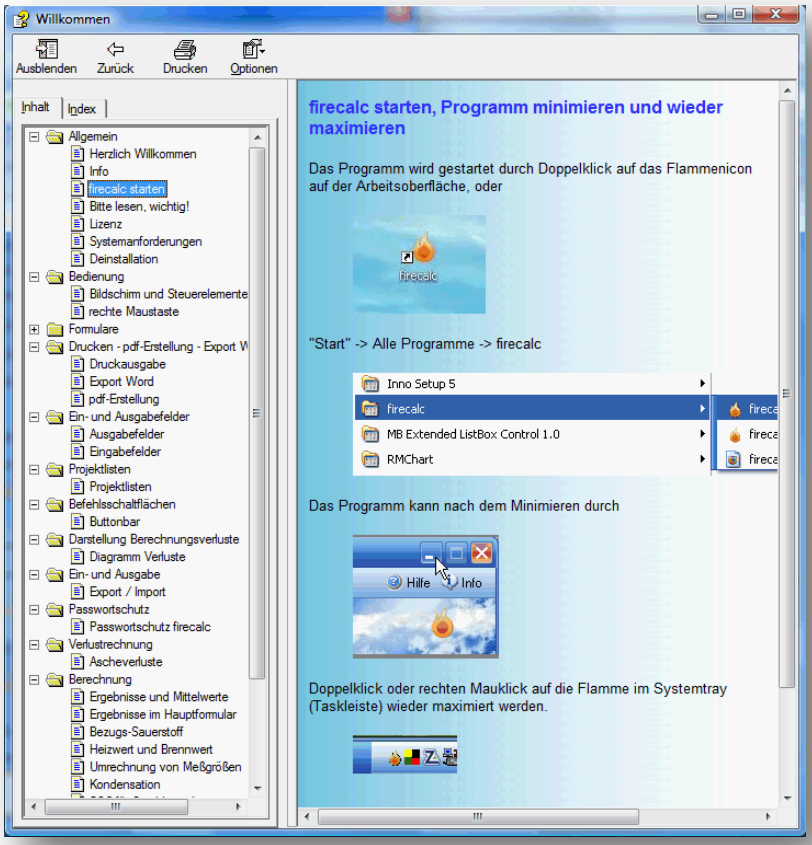

- Beim Anklicken auf "Rechnung" wird die Berechnung ausgelöst.
- Bei "Druck direkt" werden die Ein- und Ausgabedaten zum Standarddrucker gesendet.
- Durch "Speichern" wird der Datensatz in die Datenbank abgespeichert
- Durch "Formular schließen" wird das Programm beendet

### 3.7.2 Hilfe

firecalc besitzt ein Hilfesystem in dem grundlegende Erläuterungen des Programms hinsichtlich Verständnis und Bedienung angegeben werden. Mit Klick auf „Hilfe“ in der Menüleiste wird das Hilfesystem gestartet. Auf das Hilfesystem kann von allen Berechnungsformularen zugegriffen werden.




Das Hilfesystem besitzt auf der linken Seite eine Verzeichnisstruktur in der die vorhandenen Erläuterungen nach Thema geordnet sind, sowie ein Indexverzeichnis in dem nach vorhandenen Schlagwörtern gesucht werden kann.




So erhalten Sie Informationen zu Themen der Online-Hilfe:

- Klicken Sie auf ein Buch auf der Registerkarte „Inhalt“ und doppelklicken Sie anschließend auf ein Thema, um seinen Inhalt anzuzeigen.
  Klicken Sie auf die Schaltfläche „Zurück“, um zum zuletzt angezeigten Hilfethema zurückzukehren.
- Klicken Sie auf die Registerkarte „Index“ und geben Sie ein dem Thema entsprechendes Schlüsselwort ein.

# 4. Verbrennungsrechnung von Brennstoffen

Mit der Brennstoffberechnung von firecalc lassen sich schnell und einfach alle notwendigen Berechnungen durchführen, die für die spätere Verbrennungsrechnung im Hauptformular notwendig sind. Die Verbrennungsrechnung wird stöchiometrisch durchgeführt, da eventuelle Luftüberschüsse oder unterstöchiometrische Berechnungen im Hauptformular durchgeführt werden.

Mit firecalc lassen sich

- feste
- flüssige und
- gasförmige

Brennstoffe berechnen.

Die Grundlage einer Verbrennungsrechnung bilden die Reaktionen der Einzelbestandteile eines Brennstoffs.

## 4.1 Feste und flüssige Brennstoffe

Bei festen und flüssigen Brennstoffen (Biomasse, Koks, Kohle, Öl, Ethanol, Kerosin,…) wird die Zusammensetzung als so genannte Elementaranalyse in Masseanteilen [kg/kg] angegeben. Die Einheit kg/kg (Masse Element / Gesamtmasse) kann auch als relativer Anteil in Prozent verstanden werden.

| | |
|---|---|
| C | Kohlenstoffgehalt |
| H | Wasserstoffgehalt |
| S | Schwefelgehalt |
| O | Sauerstoffgehalt |
| N | Stickstoffgehalt |
| W | Wassergehalt |
| A | Aschegehalt |

Von diesen Bestandteilen tragen nur Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H) und Schwefel (S) durch die Reaktion mit Sauerstoff (O) zum Verbrennungsvorgang bei. Kohlenstoff (C) oder Wasserstoff (H) werden in Gegenwart von Sauerstoff ($O_2$) unter Energiefreisetzung zu Kohlenstoffdioxid ($CO_2$) oder Wasser ($H_2O$) oxidiert. Kommt es zu einer vollständigen Oxidation sämtlicher oxidierbarer Bestandteile des Brennstoffs, spricht man von vollständiger Verbrennung.

Der Aschegehalt (A) umfasst alle festen, nichtbrennbaren Bestandteile eines Brennstoffs. In der Asche sind diejenigen festen Rückstände erfasst, die nicht mit Sauerstoff reagieren können, wie Quarz u. a..

Die entscheidende Größe von festen Brennstoffen ist der Wassergehalt (W). Holz enthält z.B. in der Praxis stets einen unterschiedlichen Wassergehalt, der sich laufend verändern kann. Der Wassergehalt hat einen Einfluss auf das Verbrennungsverhalten des Holzes und den Heizwert. Bei der Trocknung verflüchtigt sich das Wasser. In Freiluftlagerung erreicht das Holz den so genannten lufttrockenen Zustand (lutro) von 15% bis 20% Wassergehalt. Durch Erwärmung auf Temperaturen über 100°C lässt sich die Holzfeuchte vollkommen entfernen. Dieser Zustand wird als absolut trocken (atro) bezeichnet.

Die Holzfeuchte (u) ist der Anteil des im Holz enthaltenen Wassers, angegeben in Prozent der Masse des wasserfreien Holzes und wird aus der Differenz zwischen Frischgewicht (Gu = Gewicht bei u % Feuchte) und Darrgewicht (Go = absolut Trockengewicht) errechnet.

Der Wassergehalt (W) ist der Anteil des im Holz enthaltenen Wassers, angegeben in Prozent der Masse des wasserhaltigen Holzes (Frischgewicht).

Zusammenhang zwischen Wassergehalt und Holzfeuchte:

**W= (100 x u ) / (100 + u)**

Ein hoher Wassergehalt vermindert den Heizwert pro kg Brennstoff und führt zu niedrigeren Verbrennungstemperaturen, die einen unvollständigen Ausbrand begünstigen.

In der Praxis wird hauptsächlich mit dem „Wassergehalt“ (W) gerechnet. Der Wassergehalt ist die wesentliche Einflussgröße, die den Heizwert biogener Festbrennstoffe bestimmt.

Welcher Wert muss für den Wassergehalt des Brennstoffs bei der Verbrennungsrechung des Brennstoffs von festen Brennstoffen eingetragen werden?

Es muss der Wassergehalt "Analysenfeucht" eingetragen werden, also der Wasseranteil des festen Brennstoffs zum Zeitpunkt kurz vor der Verfeuerung des Brennstoffs. Oft wird dieser Wert auch als Feuchte oder Brennstofffeuchte bezeichnet und es gibt auf dem Markt einige Meßverfahren z.B. Widerstandsmessgeräte zur Bestimmung dieser Größe. Je nach gewünschter oder notwendiger Genauigkeit sollte aber ein genaueres Meßverfahren verwendet werden.

Genauer ist das Verfahren zur Bestimmung der Holzfeuchte mit Hilfe eines Ofens. Hier wird die Masse des Holzes vor dem Trocknungsprozess im Ofen mit Hilfe einer sehr genauen Waage bestimmt. Anschließend wird das Holz mindestens 24 Stunden bei ca. 120 Grad im Ofen getrocknet. Nach 24 Stunden Trocknung wird die Holzprobe 2 bis 3 Stunden in einem Exsikkator auf Raumtemperatur abgekühlt ohne dass das Holz wieder durch die Luftfeuchte des Raumes Wasser aufnehmen kann. Anschließend wird die Masse des Holzes erneut bestimmt. Der Masseunterschied Vorher-Nachher entspricht dem Wert Wassergehalt "Analysenfeucht".

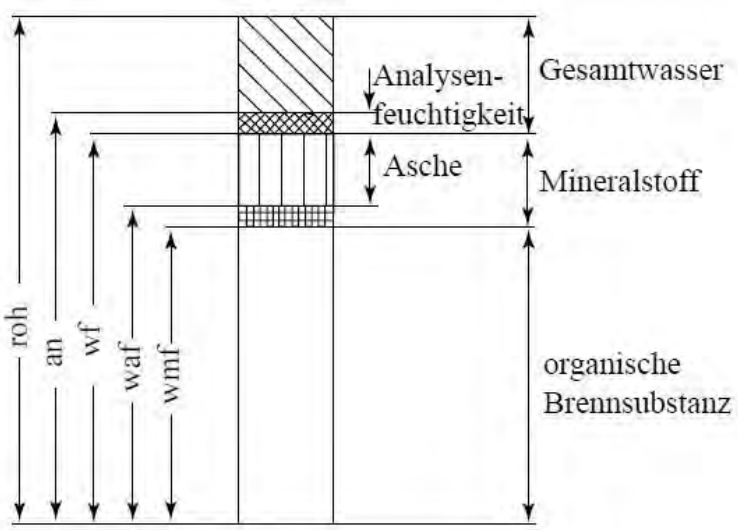
Der Verbrennungsablauf wird in erster Linie vom Heizwert und der Zusammensetzung des festen Brennstoffs bestimmt. Dabei ist bei den entsprechenden Angaben zu beachten auf welchen Bezugszustand bezogen wird.

Definition der Bezugszustände fester Brennstoffe nach DIN 51700

1. Rohzustand (roh)
   Als roh wird der Brennstoff im Anlieferungszustand bezeichnet.
2. Lufttrockener Zustand (lftr)
   Ein Brennstoff wird als lufttrocken bezeichnet, wenn durch Lagern die grobe Feuchtigkeit des Brennstoffes soweit verdunstet ist, dass sich das hygroskopische Gleichgewicht mit der Luft eingestellt hat.
3. Analysenfeuchter Zustand (an)
   Dieser Zustand entspricht etwa dem lufttrockenen Zustand und beschreibt den Zustand zum Zeitpunkt der Analyse, bei dem der Gleichgewichtszustand nach 2. noch nicht erreicht sein muss.
4. Wasserfreier Zustand (wf)
   Als wasserfrei wird ein Brennstoff bezeichnet, der bei 106°C bis zum Gleichgewichtszustand getrocknet worden ist.
5. Wasser- und aschefreier Zustand (waf)
   Dieser Zustand ergibt sich, wenn vom wasserfreien Brennstoff der Aschegehalt abgezogen wird.

6. Wasser- und mineralstofffreier Zustand (wmf)

Der wasser- und mineralstofffreie Brennstoff ist der ballastfreie Brennstoff, der oft als Reinkohle bezeichnet wird. Diese Reinkohle besteht wiederum aus flüchtigen Bestandteilen (Flüchtigen) und festem Kohlenstoff (fixer Kohlenstoff).




Definition der Bezugszustände fester Brennstoffe nach DIN 51700
(Quelle Bild: Lehrstuhl für Wärme- und Stoffübertragung, Technische Hochschule Aachen, Professor Dr.-Ing. R. Kneer, Vorlesung FEUERUNGSTECHNIK)

Flüchtige Bestandteile: Gasförmige Verbindungen, die unter festgelegten Bedingungen beim Erhitzen und Zersetzen organischer Brennstoffe entweichen. Holz und andere Biomasse enthält ca. 80% flüchtige Stoffe (in % Trockensubstanz). Das heißt, dass die Holzbestandteile bei Erwärmung 80% ihres Gewichts als Gase freisetzen, der Rest ist Holzkohle. Dies ist u.a. der Grund dafür, dass ein Sack Holzkohle viel leichter ist, als sein Volumen vermuten lässt. Die Holzkohle hat im Wesentlichen das ursprüngliche Volumen des frischen Holzes behalten, aber 80% des Gewichtes verloren. Der hohe Gehalt an flüchtigen Bestandteilen bedeutet, dass die Verbrennungsluft grundsätzlich über der Brennstoffschicht (Sekundärluft) zugeführt werden muss, wo das Gas verbrennt, und nicht unter der Brennstoffschicht (Primärluft). Der Anteil der flüchtigen Bestandteile dient nur informativen Zwecken und wird nicht für die Berechnung benötigt.

## 4.2 Gasförmige Brennstoffe

Bei gasförmigen Brennstoffen (Erdgas, Flüssiggas, Methan, Propan,…) wird die Zusammensetzung als so genannte Elementaranalyse in Volumenanteil [m³/m³] angegeben.

| | |
|---|---|
| CO | Kohlenstoffmonoxid |
| $N_2$ | Stickstoff |
| $CO_2$ | Kohlenstoffdioxid |
| $O_2$ | Sauerstoff |
| $H_2$ | Wasserstoff |
| $CH_4$ | Methan |
| $C_2H_4$ | Ethen, Äthylen |
| $C_2H_6$ | Ethan |
| $C_3H_6$ | Propen |
| $C_3H_8$ | Propan |
| $iC_4H_{10}$ | iso-Butan |
| $nC_4H_{10}$ | n-Butan |
| $iC_5H_{12}$ | iso-Pentan |

| | |
|---|---|
| $nC_5H_{12}$ | n-Pentan |
| $C_6H_Y$ | iso-Hexan, n-Hexan |

Im Falle, dass bei der vorhandenen Gasanalyse keine Unterscheidung der Isomere vorhanden ist (z.B. $C_4H_{10}$ = 0,082), sollte die Annahme erfolgen, dass eine Verteilung 50% auf iso-Butan ($iC_4H_{10}$) und 50% normal-Butan ($nC_4H_{10}$) erfolgt. Es erfolgt eine abschätzende Berechnung.

Höherwertige Kohlenwasserstoffe sollten bei $C_6H_Y$ eingetragen werden. Sie werden bei der Berechnung als $C_6H_{14}$ (Hexan) berücksichtigt.

Brennwert und Heizwert: Die im Brennstoff gebundene Energie wird durch den Brennwert bzw. den Heizwert gekennzeichnet und stellt eine weitere wichtige Kennzahl des Brennstoffes dar. Der Brennwert (Ho), früher oberer Heizwert oder Verbrennungswärme genannt, ist der Quotient aus der durch vollständige Verbrennung frei werdenden Wärmemenge und der Masse des Stoffes unter der Voraussetzung, dass das vor dem Verbrennen im Brennstoff vorhandene Wasser und das beim Verbrennen der wasserstoffhaltigen Verbindungen des Brennstoffs gebildete Wasser nach der Verbrennung in flüssigem Zustand vorliegt.

Der Heizwert (Hu), früher unterer Heizwert genannt, ist der Quotient aus der durch vollständige Verbrennung frei werdenden Wärmemenge und der Masse des Stoffes. Der Brennwert ist um den Betrag der Verdampfungswärme des in den Abgasen enthaltenen Wassers größer als der Heizwert. In allen technischen Feuerungen enthalten die Abgase das Wasser in dampfförmigem Zustand, sodass bei Verbrennungsrechnungen allgemein mit dem Heizwert (Hu) zu rechnen ist.

Brennwert und Heizwert von festen Brennstoffen werden in kJ/kg oder in MJ/kg angegeben

Der Brennwert (Ho) und der Heizwert (Hu) fester und flüssiger Brennstoffe sind Maße für die bei vollständiger Verbrennung frei werdende Wärmemenge.

- Der Heizwert wird rechnerisch aus dem Brennwert bestimmt.
- Der Brennwert wird mit einem Bombenkalorimeter gemessen.
- Näherungsweise auch Berechnung aus Elementaranalyse möglich

## 4.3 Berechnung der Verbrennungskennwerte mit firecalc

Die Verbrennungskennwerte können aus der Elementaranalyse des Brennstoffs berechnet werden. **firecalc** verwendet die in DIN 4702-2, DIN EN 304, DIN EN 13240 bzw. DIN EN 13229 sowie die in den entsprechenden Normen für gasförmige Brennstoffe angegebenen Algorithmen sowie die Gesetze der Chemie.

**firecalc** berechnet aus der Elementaranalyse des Brennstoffs folgende für die weitere Berechnung im Hauptformular benötigten Brennstoffkennwerte:

| | |
|---|---|
| $CO_2$max | maximaler Kohlendioxidgehalt im trockenen Abgas für den jeweiligen Brennstoff in Volumenprozent |
| Volumen $CO_2$ | Volumen Kohlendioxid im Abgas |
| Volumen $SO_2$ | Volumen Schwefeldioxid im Abgas |
| VA min trock. | minimales trockenes Abgasvolumen bei stöchiometrischer Verbrennung |
| Volumen N | Volumen Stickstoff im Abgas |
| O Min | Der zur Verbrennung von festen (und flüssigen) Brennstoffen erforderliche minimale (stöchiometrische) Sauerstoffbedarf. |
| $SO_2$ max | maximaler Schwefeldioxidgehalt im trockenen Abgas für den jeweiligen Brennstoff in Volumenprozent |
| VA min feucht | minimales feuchtes Abgasvolumen. Die feuchte Mindestrauchgasmenge ergibt sich bei theoretischer Verbrennung mit der stöchiometrischen Luftmenge. |

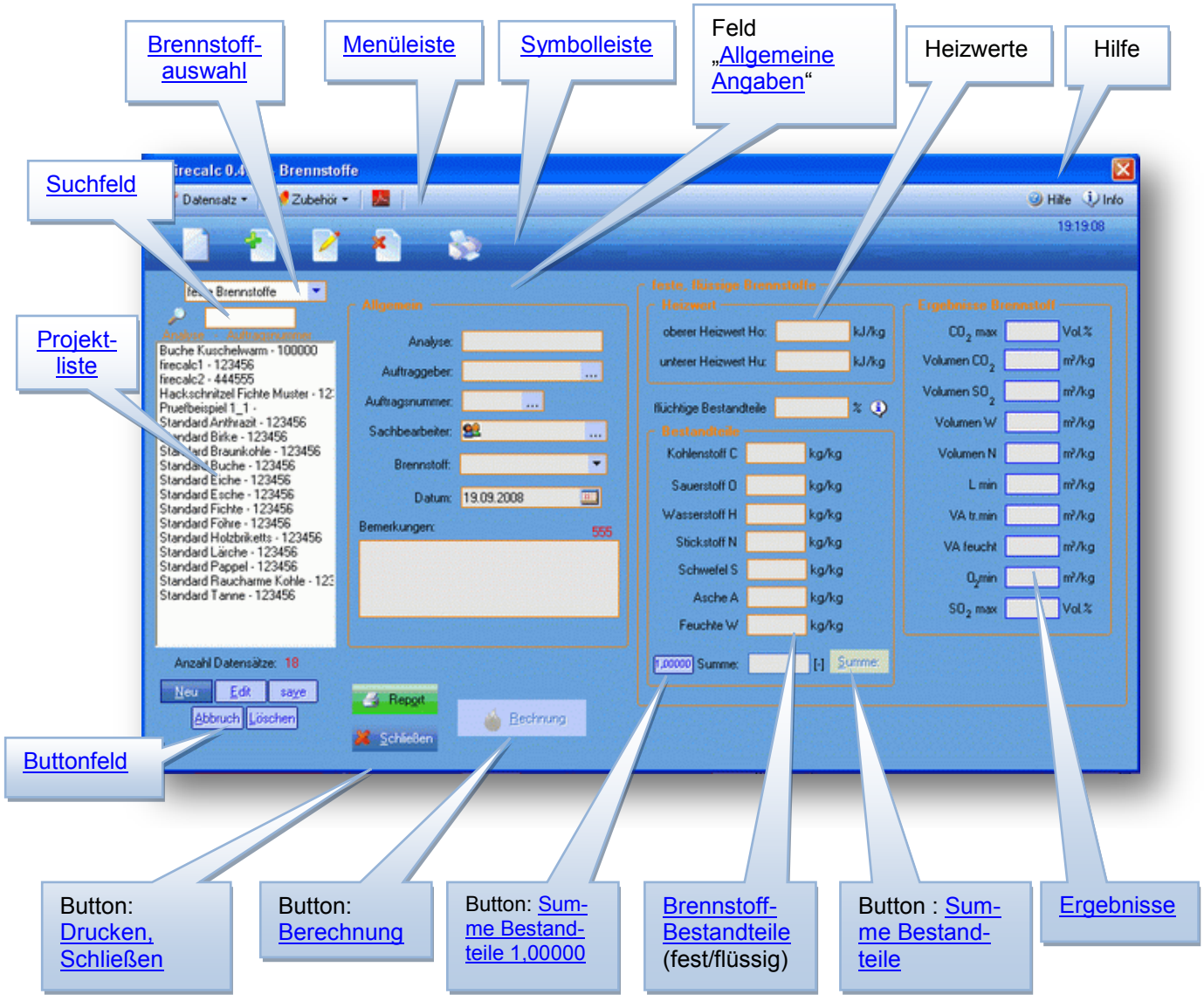
| | |
|---|---|
| Volumen W | minimales Wasserdampfvolumen im Abgas bei stöchiometrischer Verbrennung |
| Lmin | minimaler Luftbedarf für stöchiometrische Verbrennung. Der Mindestluftbedarf Lmin ist die feuchte Luftmenge in Nm³ Verbrennungsluft pro kg Brennstoff, die theoretisch zur vollständigen Verbrennung gerade ausreicht. Der Sauerstoffgehalt der Luft wird mit 20,95% angenommen. |
| Dichte<br>Dichteverhältnis<br>(nur gasförmige Brennstoffe) | Dichte ist das Verhältnis der Masse zum Gasvolumen in $kg/m^3$ im Normzustand. In der Gastechnik wird die relative Dichte statt der Dichte verwendet. Sie ist das Verhältnis einer Gasdichte zur Dichte der trockenen Luft bei gleicher Temperatur und gleichem Druck und sagt aus, ob ein Gas schwerer oder leichter als Luft ist (relative Dichte Luft im Normzustand 1,293 $kg/m^3$). |
| Wobbe oben<br>Wobbe unten<br>(nur gasförmige Brennstoffe) | Wobbe-Index (früher Wobbezahl genannt):<br>Kennwert für die Austauschbarkeit von Gasen, bezogen auf die Wärmebelastung einer Gasverbrauchseinrichtung, einer der wichtigsten Gaskennwerte. Der obere Wobbe-Index ist definiert als der Quotient aus Brennwert und der Quadratwurzel der relativen Dichte des Brenngases. Analog wird der untere Wobbe-Index auf den Heizwert bezogen. |

## 4.4 Das Brennstoffformular

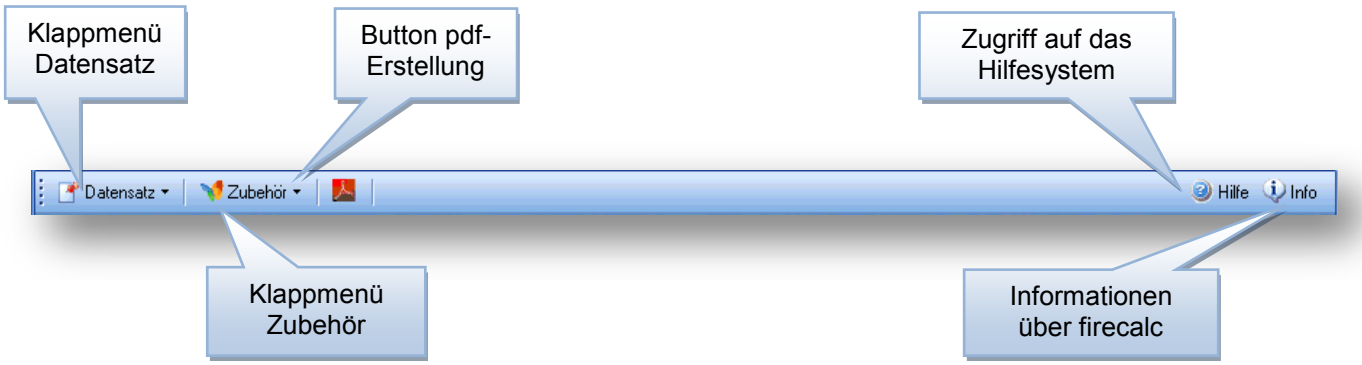
Im Folgenden werden die einzelnen Funktionen des Brennstoffformulars erklärt.

### 4.4.1 Das Brennstoffformular - Überblick

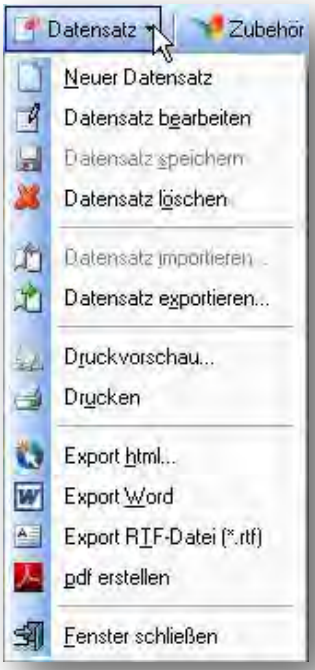
Grundsätzlicher Aufbau des Brennstoffformulars (Beispiel feste/flüssige Brennstoffe).

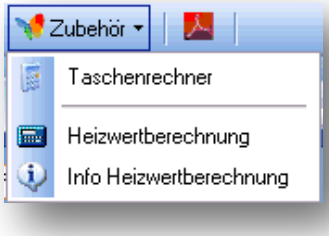


### 4.4.2 Menüleiste




Nach der Auswahl eines der Menüpunkte „Datensatz“ oder „Zubehör“ öffnen sich Klappmenüs, mit deren Befehlen umfangreiche Funktionen ausgewählt werden können, auf die in den entsprechenden Kapiteln oder in den Beispielberechnungen eingegangen wird.

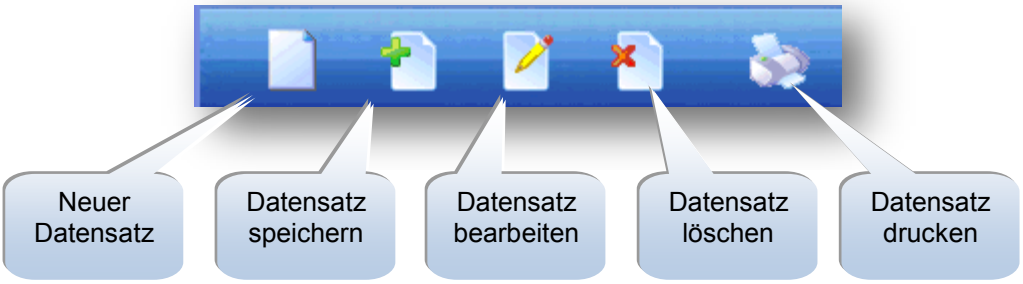



Im Menü „Datensatz“ sind nicht alle Funktionen in jedem Bearbeitungsmodus aktiv, so kann z.B. ein Datensatz nur importiert werden, wenn vorher mit „Neuer Datensatz“ die Eingabefelder frei geschaltet wurden.

### 4.4.3 Symbolleiste

Durch die über den Eingabe- und Ergebnisfeldern angeordneter Leiste mit Schaltflächen (Buttons) können schnell nachfolgende Aktionen ausgeführt werden. Es sind nicht immer alle Schaltflächen aktiv, z.B. kann ein Datensatz nur dann gespeichert werden, wenn auch Änderungen am gerade aktiven Datensatz ausgeführt worden sind.

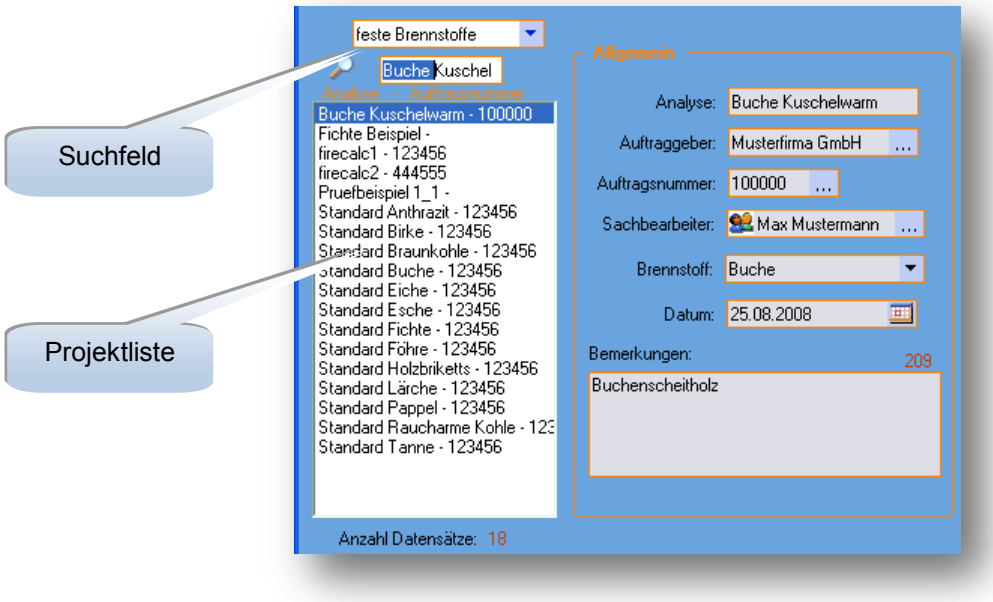



### 4.4.4 Brennstoffauswahl

Mit dieser Combobox lassen sich die in der Datenbank gespeicherten Datensätze brennstoffabhängig auswählen. Die Anzeige der Datensätze erfolgt nach Auswahl einer Brennstoffart in der Projektliste.

### 4.4.5 Suchfeld und Projektliste

Mit Hilfe des Suchfelds können in der Projektliste schnell Datensätze gesucht werden. Nach Eingabe der ersten Buchstaben eines bestehenden Projektnamens in das Suchfeld erfolgt sofort die Markierung der gefunden Datensätze in der Projektliste.




In der Projektliste werden brennstoffabhängig alle Datensätze der Datenbank angezeigt. Die Auswahl erfolgt durch Anklicken. Die entsprechenden in dem Datensatz abgespeicherten Daten werden in den zugehörigen Eingabefeldern angezeigt.

Achtung!

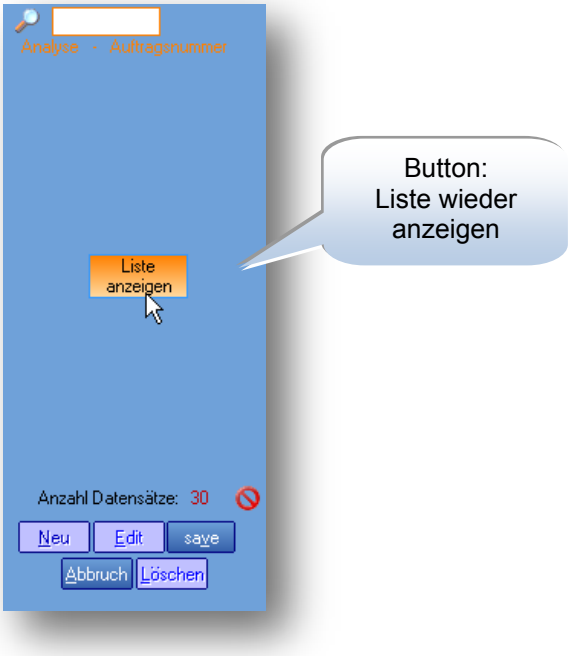
Wenn der aktuelle Datensatz bearbeitet wird (Funktion „Edit“) Edit oder ein neuer Datensatz erstellt wird (Funktion „Neu“) Neu wird die Projektliste gesperrt, damit durch eine unbeabsichtigte Auswahl (Anklicken) eines Eintrages in der Projektiste (also eines abgespeicherten Datensatzes) die eingegebenen Daten in den Eingabefeldern nicht überschrieben und damit gelöscht werden. Die Projektliste wird wieder nach dem Speichern des aktuellen Datensatzes (Save) save oder durch die Funktion „Abbruch“ Abbruch freigegeben.

Eine gesperrte Projektliste kann dadurch erkannt werden, dass die die einzelnen Datensätze in grauer Schriftfarbe dargestellt werden.

### 4.4.6 Projektliste verbergen

Mit diesem Button können alle abgespeicherten Datensätze (Projekte) die in der Projektliste angezeigt sind, verdeckt werden. Nur der aktuell markierte Datensatz bleibt sichtbar. Die Datensätze können wieder sichtbar gemacht werde, wenn nochmals auf den Button geklickt wird.

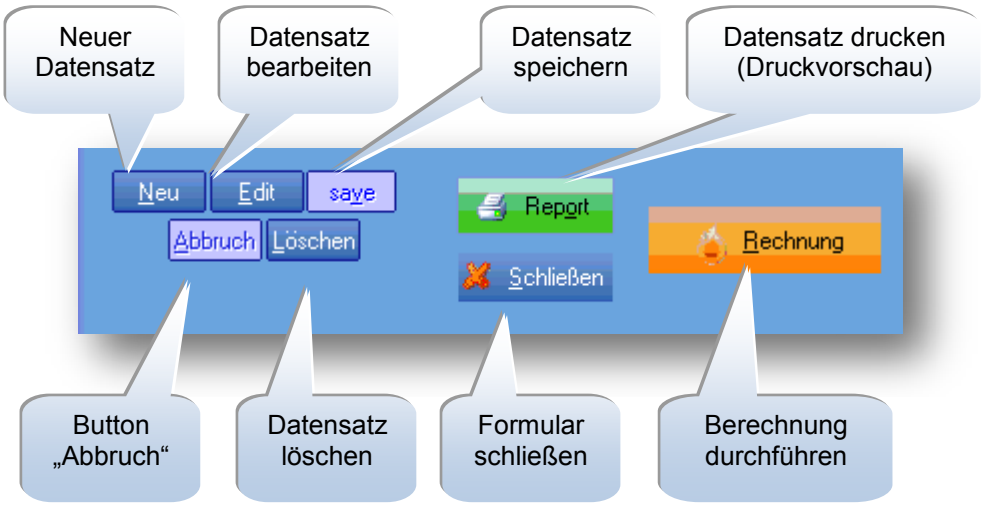
Mit nochmaligen Klick auf den Button werden die Datensätze wieder sichtbar




Im Eingabemodus (Edit oder Neu) wird bei Klick auf den Button die Liste unsichtbar. Die Liste kann mit Klick auf den Button „Liste anzeigen“ wieder sichtbar geschaltet werden.

### 4.4.7 Buttonfeld

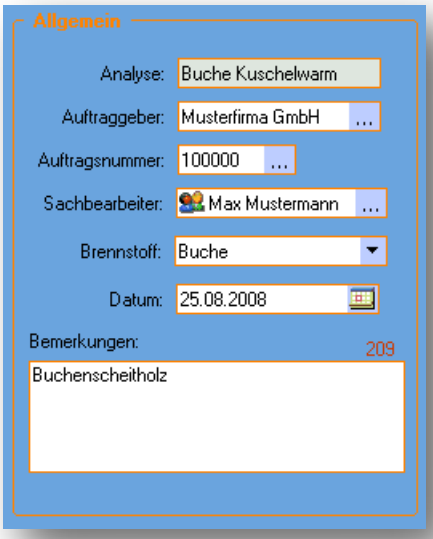
Das Buttonfeld besteht aus Buttons (Schaltflächen) mit denen sich die unten beschriebenen Aktionen ausführen lassen. Je nach Bearbeitungszustand steht nur ein Teil der Funktionen zur Verfügung. Es ist z.B. der Berechnungsbutton gesperrt, wenn noch kein Datensatz in der Projektliste ausgewählt wurde.



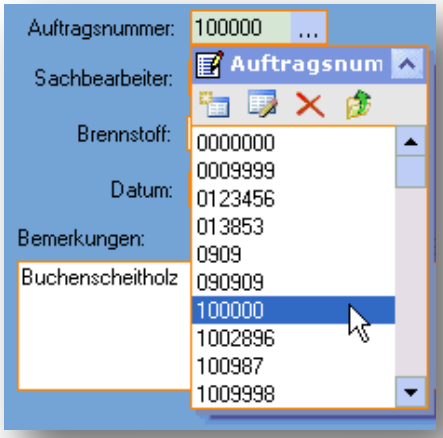

Die Befehle können neben einem Anklicken eines Buttons auch mit der Tastatur über die Tastenkombination „Alt-Unterstrichener Buchstabe“ ausgelöst werden. Zum Beispiel kann eine Berechnung mit der Tastaturkombination Alt-R ausgelöst werden.

### 4.4.8 Feld „Allgemeine Angaben“

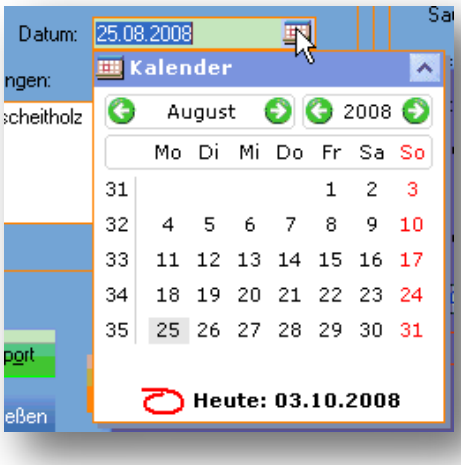
Im Feld „Allgemeine Angaben“ können allgemeine Informationen zu dem Projekt eingegeben werden.




Für den Projektnamen im Feld „Analyse“ sollte ein kurzer aussagekräftiger Name ausgewählt werden. Einige Sonderzeichen werden nicht zugelassen (z.B. / oder . ) da der Projektname den Dateinamen bei der Export- und Importfunktion bildet.



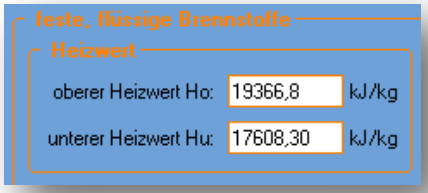

Wird hinter den Eingabefeldern auf ... geklickt, öffnet sich eine sogenannte Floskelliste in der eine Auswahl angeboten wird. Jede Eingabe wird gespeichert und es kann später darauf zurückgegriffen werden.




Im Datumsfeld öffnet sich bei einem Klick auf das rechten „Kalendersymbol“ ein kleiner Kalender mit dem schnell ein Datum ausgewählt werden kann.

### 4.4.9 Feld „Heizwert“

In dem Feld „Heizwert“ (nur bei festen und flüssigen Brennstoffen) und „Bestandteile“ muss der obere Heizwert Ho und der untere Heizwert Hu eingegeben werden:




Unterer Heizwert Hu (Heizwert):

Der Heizwert (Hu, früher auch „unterer Heizwert“) beschreibt die Wärmemenge, die bei der vollständigen Oxidation eines Brennstoffs ohne Berücksichtigung der Kondensationswärme (Verdampfungswärme) des im Abgas befindlichen Wasserdampfes freigesetzt wird. Beim Heizwert wird somit unterstellt, dass der bei der Verbrennung freigesetzte Wasserdampf dampfförmig bleibt und dass die Wärmemenge, die bei einer eventuellen Kondensation durch Rauchgasabkühlung frei werden könnte (sogenannte „latente Wärme“: 2,441 Kilojoule je Gramm Wasser) nicht nutzbringend verwendet wird.

Der Wasserdampf im Abgas der Verbrennung stammt aus der chemischen Oxidation des gebundenen Wasserstoffs mit Sauerstoff und vor allem aus der Verdunstung des freien Wassers im (feuchten) Brennstoff.

Da für diese Verdunstung eine ebenso große Wärmemenge benötigt wird wie durch Kondensation frei werden würde, sinkt der auf die Gesamtmasse bezogene Heizwert mit zunehmendem Wassergehalt entsprechend.

Heizwert von Biomasse: Der Heizwert eines biogenen Festbrennstoffs wird wesentlich stärker vom Wassergehalt beeinflusst als von der Art der Biomasse. Deshalb werden die Heizwerte unterschiedlicher Brennstoffarten stets im absolut trockenen Zustand angegeben und verglichen. Bei biogenen Festbrennstoffen liegt der Heizwert bezogen auf die wasserfreie Masse (Hu (wf)) in einer engen Bandbreite zwischen 16,5 und 19,0 MJ/kg. Nadelholz liegt beim Heizwert ca. 2 % höher als Laubholz. Dieser Unterschied – wie auch der um weitere 2 % höhere Heizwert der Nadelholzrinde – ist auf den höheren Ligningehalt der Nadelhölzer bzw. zum Teil auch auf den erhöhten Gehalt an Holzextraktstoffen (z. B. Harze, Fette) zurückzuführen.

Oberer Heizwert Ho (Brennwert Ho):

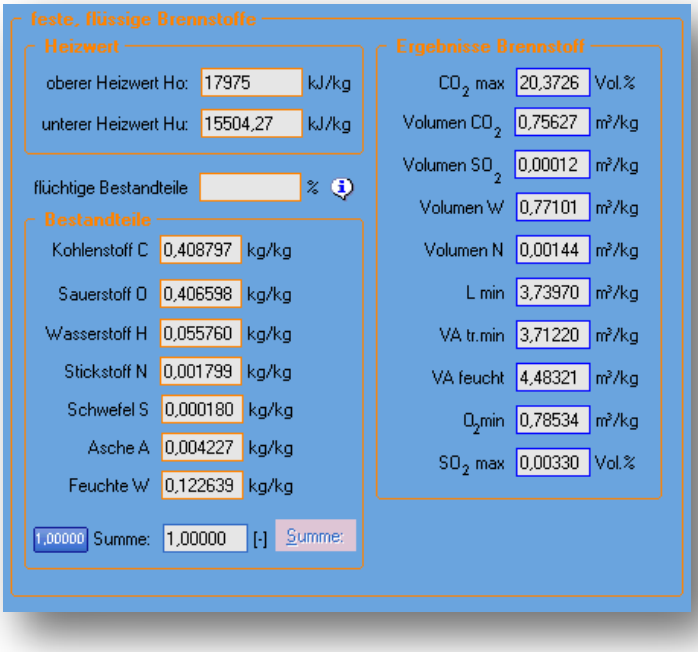
Im Unterschied zum Heizwert Hu ist der Brennwert Ho (auch „oberer Heizwert“) definiert als die bei der vollständigen Oxidation eines Brennstoffs freigesetzte Wärmemenge, die verfügbar wird, wenn auch die Kondensationswärme des bei der Verbrennung gebildeten Wasserdampfs nutzbar gemacht wird. Dazu müssen die Abgase so tief abgekühlt werden, dass der gebildete Wasserdampf kondensieren kann, um auch die Kondensationswärme freizusetzen. Das heißt, dass das Wärmenutzungssystem, das den Brennwert des Brennstoffs ausnutzen soll, auf sehr niedrige Temperaturen ausgelegt sein muss, damit im Wärmetauscher eine Absenkung der Abgastemperaturen unter den Taupunkt überhaupt gelingt. Wenn sowohl der Wärmetauscher als auch die Wärmenutzung (z. B. bei Niedertemperaturheizung) hierauf eingerichtet sind spricht man vom „Brennwertkessel“ oder von „Brennwerttechnik“). Derartige technische Lösungen werden inzwischen auch bei Biomassefeuerungen angeboten; dennoch wird der Energieinhalt des Brennstoffs generell – wie auch bei Öl und Gas – weiterhin mit dem Heizwert beschrieben.

Brennwert von Biomasse: Bei biogenen Festbrennstoffen liegt der Brennwert durchschnittlich um ca. 6 % (Rinde), 7 % (Holz) bzw. 7,5 % (Halmgut) über dem Heizwert. Das gilt jedoch nur für Festbrennstoffe im absolut trockenen Zustand (d. h. bezogen auf Trockenmasse). Bei feuchter

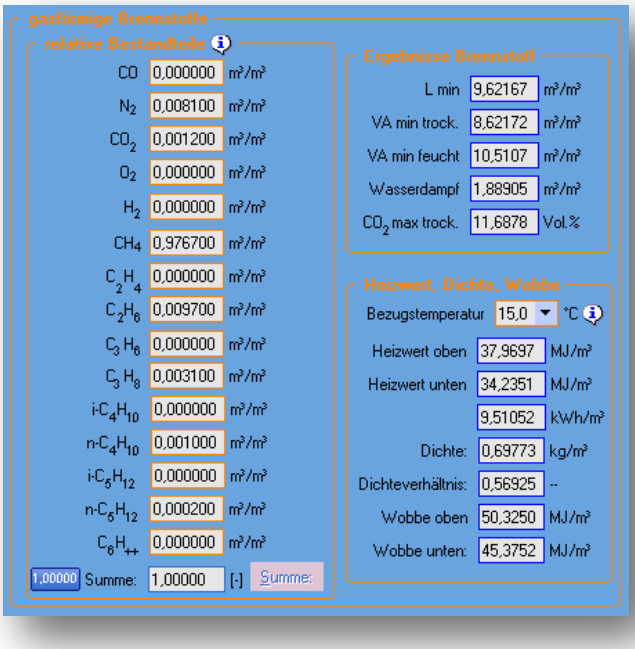
Biomasse vergrößert sich dieser relative Abstand, so dass der durch Rekondensation des entstehenden Wasserdampfes erzielbare Energiegewinn steigt.

### 4.4.10 Feld „Brennstoffanteile“ und „Ergebnisse“

In den Eingabefeldern „Bestandteile“ müssen bei festen und flüssigen Brennstoffen die Mengen der vorhandenen Elemente durch eine Analyse bestimmt und als Massenanteile (Massenprozente bzw. kg/kg) angegeben werden. Die Summe der Massenanteile muss 1,0000 also 100% ergeben.

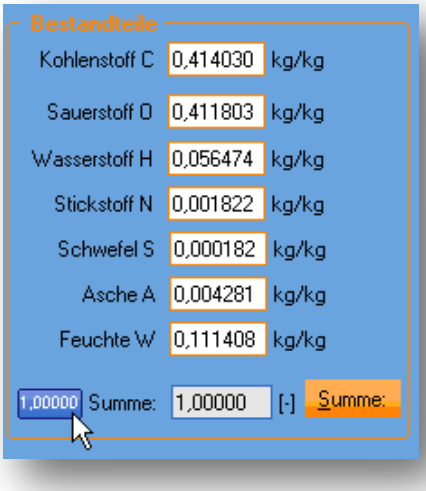



Bei gasförmige Brennstoffen wird keine Elementaranalyse sondern eine Analyse der Raumanteile (Volumen% bzw. m³/m³) der Einzelgase durchgeführt. Die Summe der Massenanteile muss 1,0000 also 100% ergeben.



### 4.4.11 Button „Summe“ und Button „1,00000“

Mit dem Button „Summe“ kann geprüft werden, ob die Bestandteile der Brennstoffanalyse vollständig und korrekt eingegeben worden sind. Die Summe muss 100% betragen also 1,00000.




Im Fall, dass die Summe aller Brennstoffbestandteile ungleich 1,0000 ist, kann mit Klick auf den Button „1,0000“ eine Korrekturrechnung aller Analysenbestandteile durchgeführt werden, wobei jeder einzelne Bestandteil des Brennstoffs derart korrigiert wird, dass die Summe 1,00000 beträgt.

Im Fall, dass ein Brennstoffbestandteil nicht verändert werden soll, kann dieser nach der ersten Berechnung wieder auf den Sollwert korrigiert werden und die Berechnung nochmal durchgeführt werden. In dieser Weise kann iterativ der Wert konstant gehalten werden, bei gleichzeitiger Anpassung aller anderen Werte, so dass die Summe aller Bestandteile 100% (also 1,00000) ergibt.

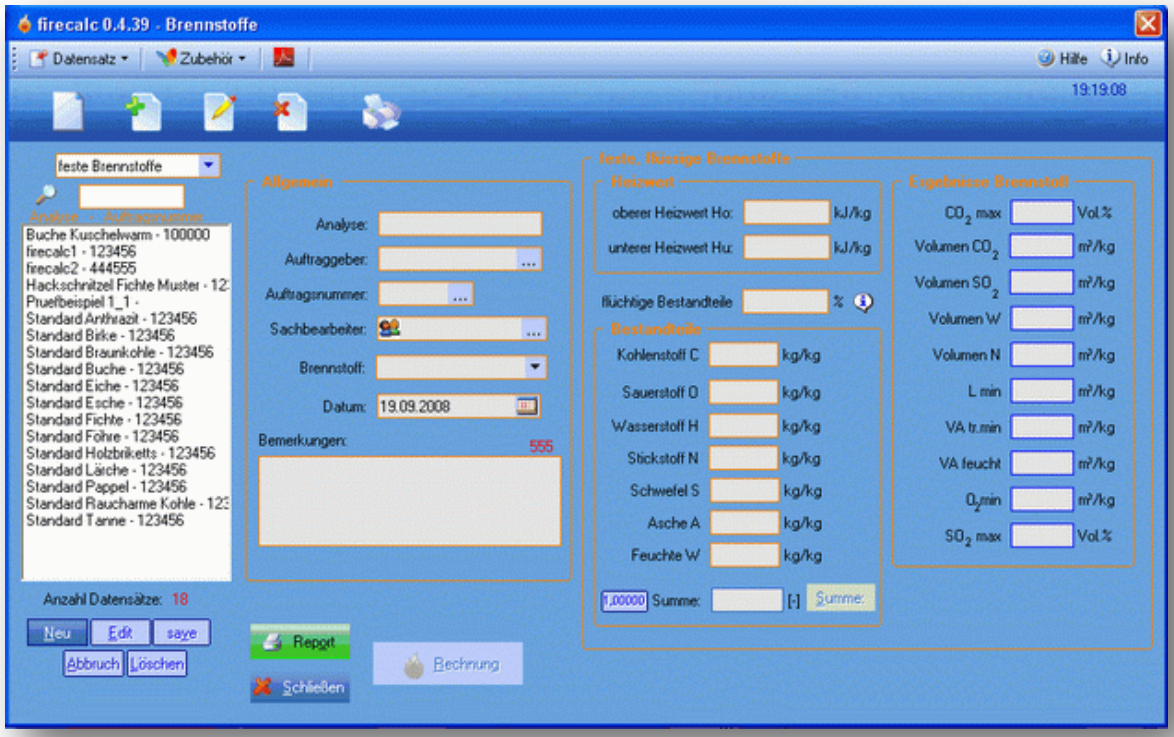
Im Folgenden werden die Funktionen anhand konkreter Beispiele erläutert.

## 4.5 Eingabebeispiel Brennstoffanalyse fester Brennstoff

Die Eingabe von festen oder flüssigen Brennstoffen ist identisch, so dass dieses Beispiel exemplarisch auch für andere feste oder flüssige Brennstoffe gilt

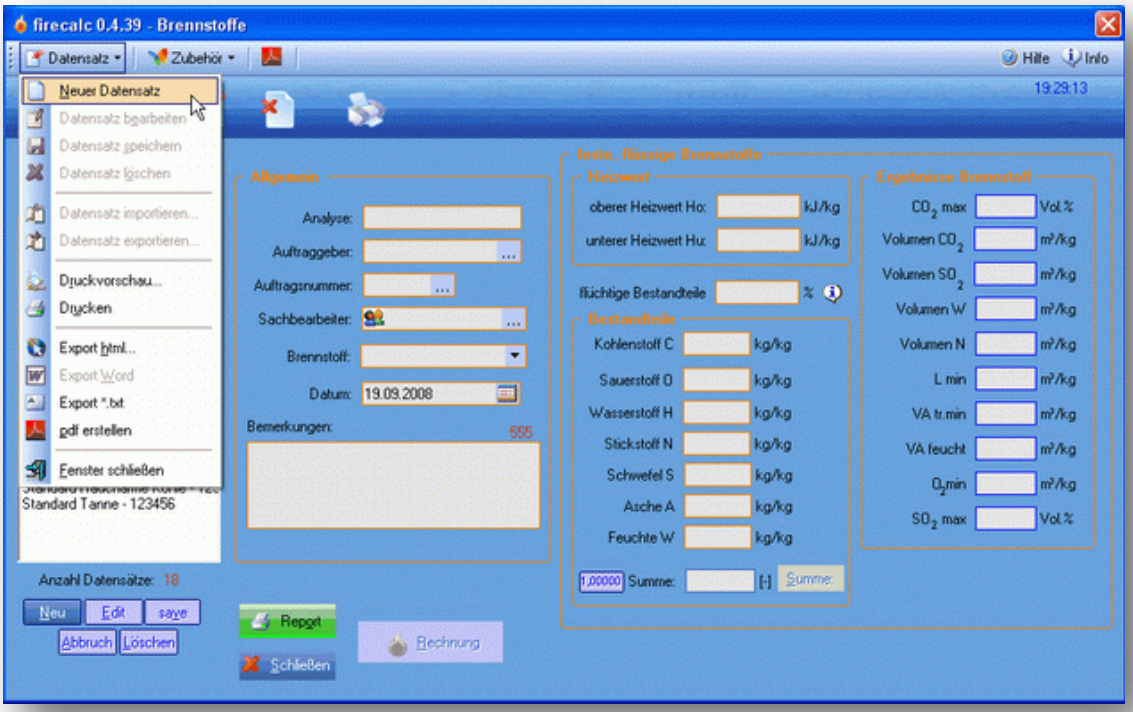
### 4.5.1. Eingabe von Brennstoffbestandteilen wenn eine Brennstoffanalyse vorliegt

Startbildschirm Brennstoffformular feste Brennstoffe:

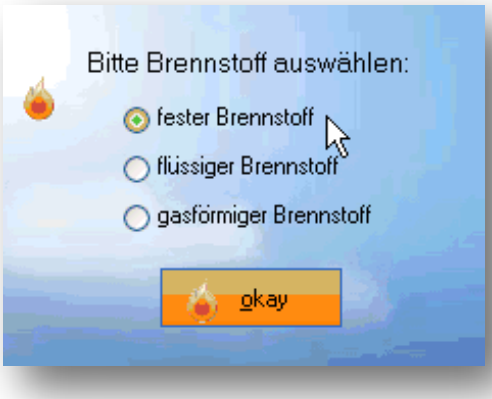



Aufbau Formular Brennstoffe

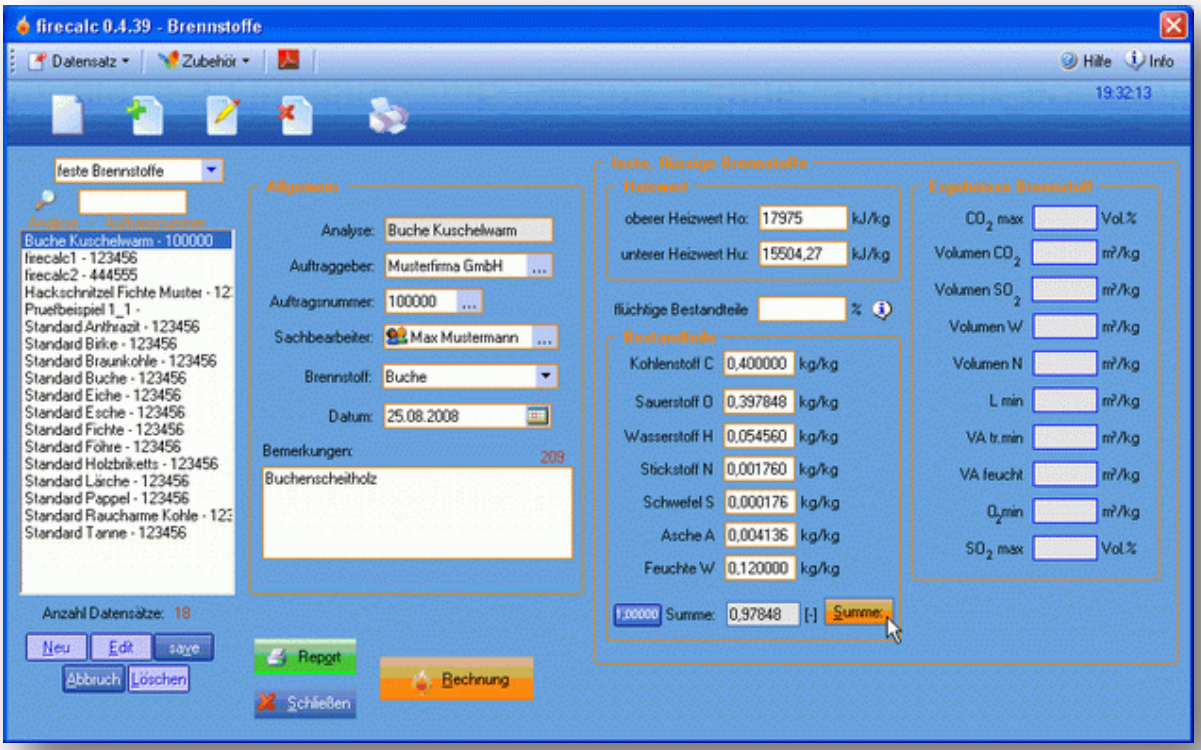
Um einen neuen Datensatz anzulegen ist wie folgt vorzugehen: In der Menüleiste auf „Datensatz“ klicken, in der sich öffnenden Klappliste auf „Neuer Datensatz“ klicken. Alternativ kann auch unten links im Buttonfeld „Neu“ ausgewählt werden. Im Fall, dass vor dem Anlegen eines neuen Datensatzes eine andere Analyse für die Bearbeitung geöffnet war, muss erst im Buttonfeld auf „Abbruch“ geklickt werden.




Ein Fenster öffnet sich, indem die gewünschte Brennstoffart ausgewählt werden muss. Für das Beispiel „fester Brennstoff“ auswählen:




Anschließend sind alle Eingabefelder für die notwendigen Eingaben freigeschaltet. Dies kann daran erkannt werden, dass sich die Hintergrundfarbe von grau auf weiß ändert.

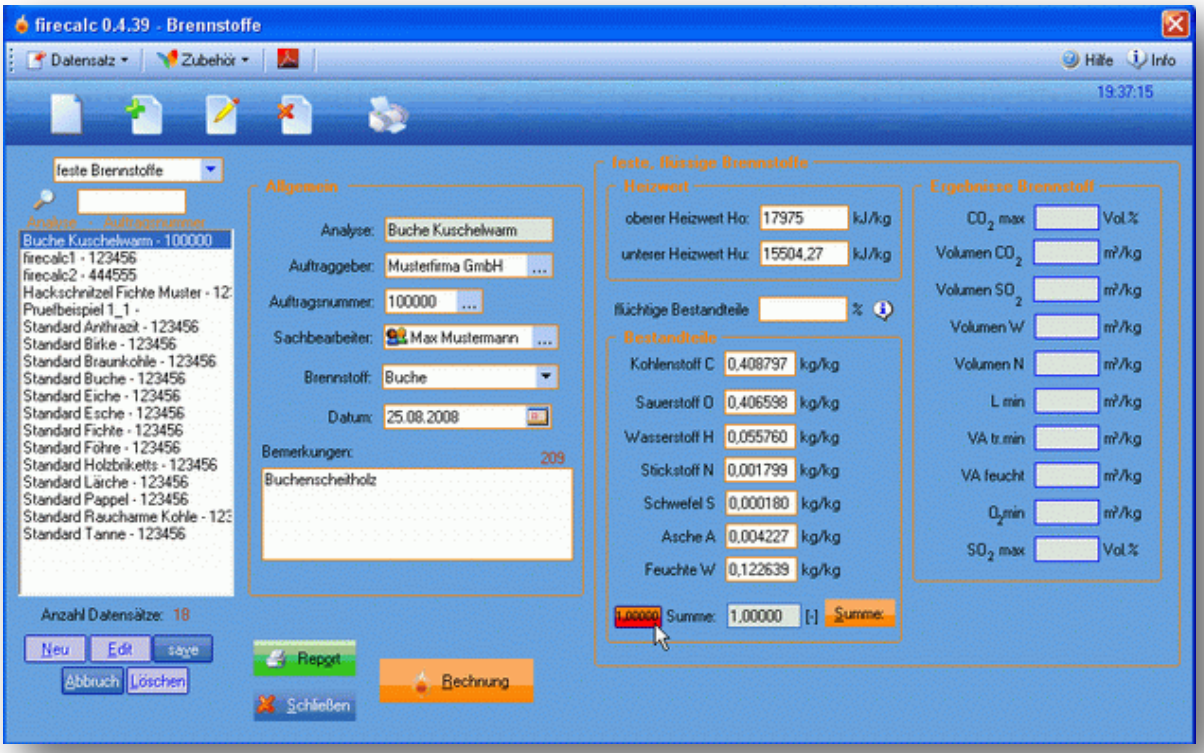



In den Eingabefeldern mit der Bezeichnung „Allgemein“ müssen die allgemeinen Informationen wie z.B. der Datensatzname, der Auftraggeber,… oder auch Bemerkungen über den Datensatz eingegeben werden.

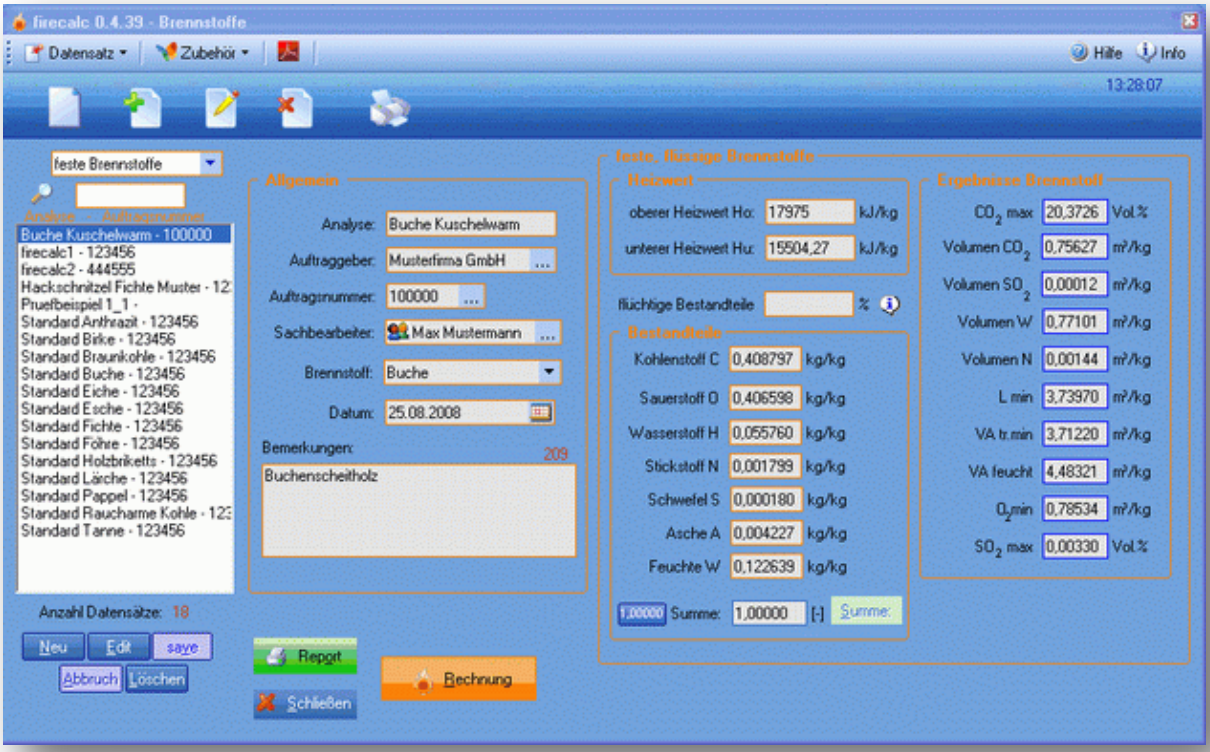
Anschließend die in der vorliegenden Brennstoffanalyse angegebenen Daten eingeben. Der obere Heizwert Ho und die flüchtigen Bestandteile sind nur informativ und werden nicht zwingend für die Berechnung benötigt.

Zur Kontrolle der Summe alle Bestandteile kann mit dem Button „Summe“ kontrolliert werden, ob auch alle Bestandteile korrekt eingegeben wurden (die Summe muss 1,0000, also 100% betragen).

Im Fall, dass wie im Beispiel die Summe ungleich 1,0000 ist kann mit Klick auf den Button „1,0000“ eine Korrekturrechnung aller Analysenbestandteile durchgeführt werden, wobei jeder einzelne Bestandteil des Brennstoffs derart korrigiert wird, dass die Summe 1,00000 beträgt.

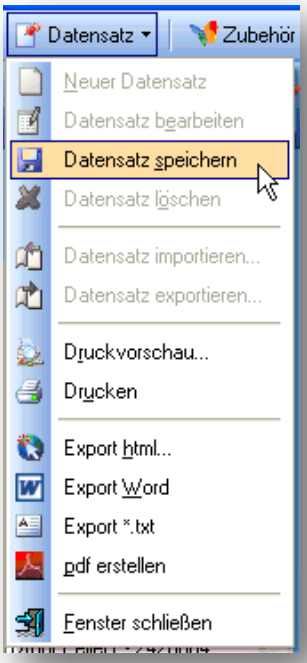


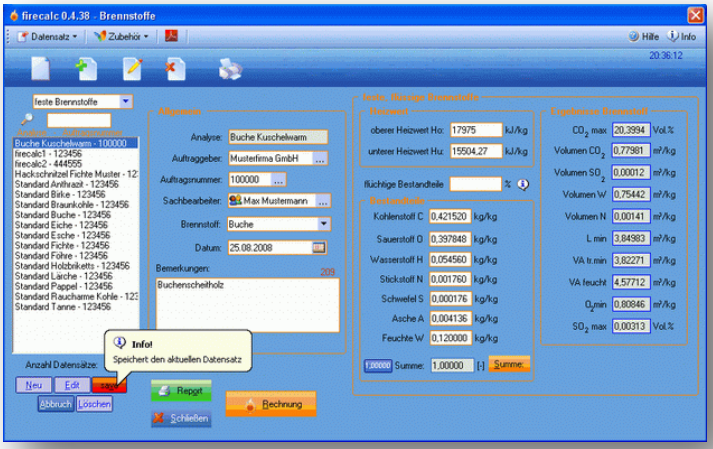

Anschließend kann mit Klick auf den Button „Rechnung“ die Hauptrechnung ausgeführt werden. In den Ergebnisfeldern im rechten Rahmen werden die Berechnungsergebnisse angezeigt.

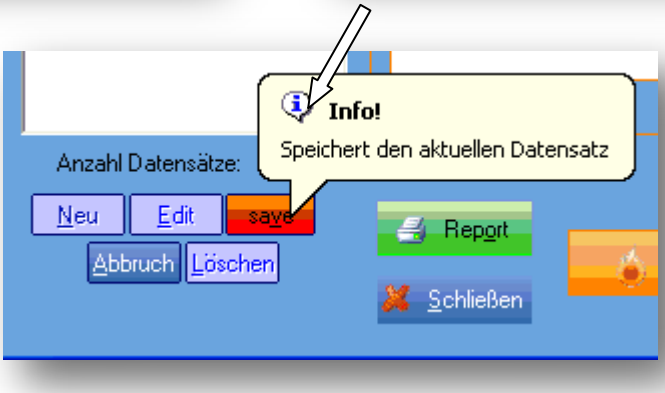


### 4.5.2 Speichern des Datensatzes

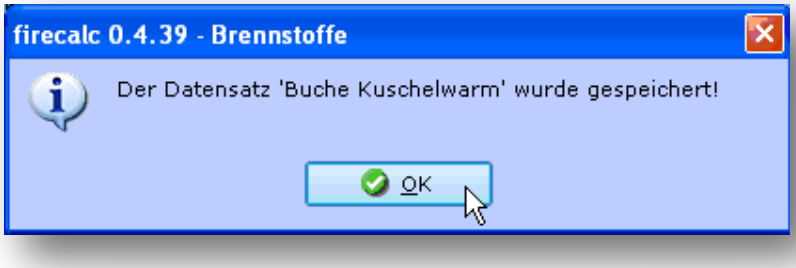
Im Menü „Datensatz“ „Datensatz speichern“ oder im Buttonfeld unten links „save“ auswählen. Vor dem Speichern muss zuerst eine erfolgreiche Berechnung durchgeführt werden. Bei der Berechnung erfolgt eine Plausibilitätskontrolle der eingegebenen Daten und des verwendeten Brennstoffs. Hierdurch wird gewährleistet, dass keine fehlerhaften oder unvollständigen Datensätze in die Datenbank gespeichert werden.





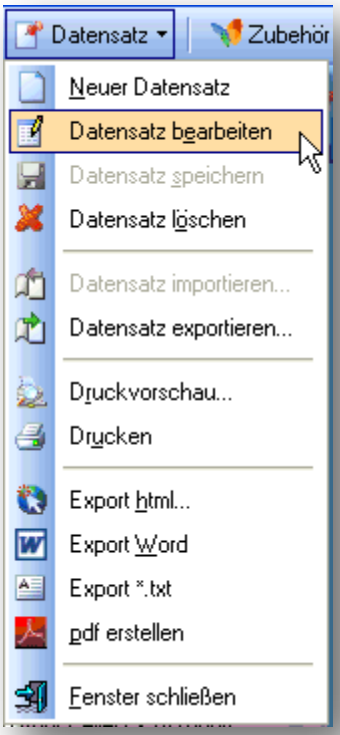

Nach dem erfolgreichen Speichern des Datensatzes in die Datenbank öffnet sich ein Meldungsfenster. Diese Meldung mit OK schließen, der Datensatz wurde erfolgreich in die Datenbank aufgenommen.

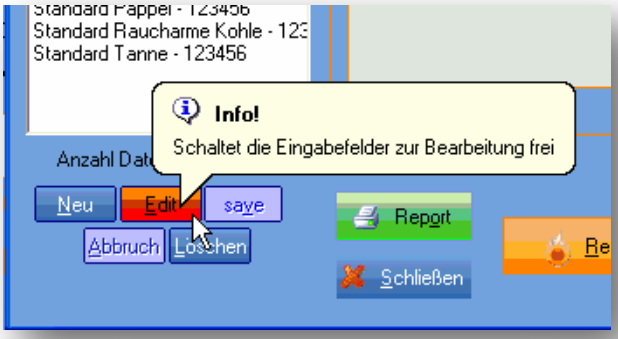



Falls der Datensatz nach dem Speichern weiter bearbeitet bzw. geändert werden soll, muss der Datensatz in der Projektliste nochmals ausgewählt und mit „Edit“ geöffnet werden.

### 4.5.3 Editieren (bearbeiten, ändern) eines Datensatzes

Im Menü „Datensatz“ „Datensatz editieren“ oder im Buttonfeld unten links „Edit“ auswählen:



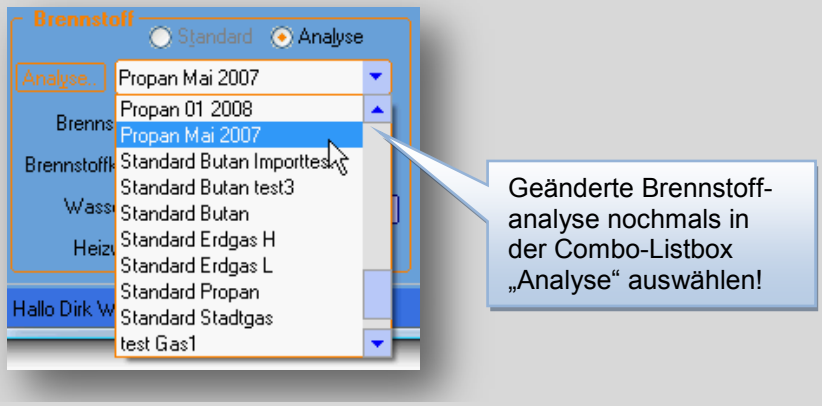

Die Eingabefelder werden für eine Bearbeitung freigeschaltet. Nach dem Ändern der Daten kann der Datensatz wie oben beschrieben gespeichert werden.

Achtung!

Wenn im Hauptformular mit einer selbst eingegebenen Brennstoffanalyse gerechnet wird, werden nach dem Speichern des Datensatzes die eingegebenen Analysenbestandteile und Heizwerte in den Hauptdatensatz gespeichert.

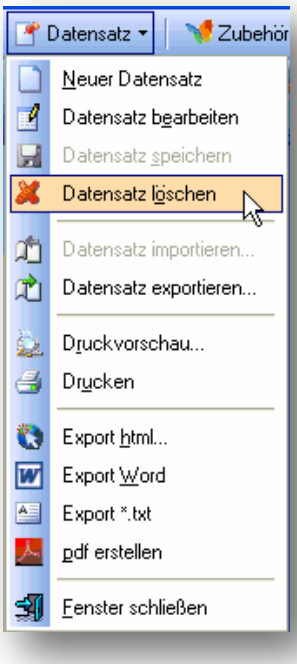
Falls nachträglich die Brennstoffanalyse im Formular „Brennstoffe“ geändert wird, erfolgt keine automatische Aktualisierung der Brennstoffdaten im Hauptdatensatz. Hierzu muss in der Combo-Listbox „Analyse“ des Hauptformulars der aktualisierte Brennstoffdatensatz erneut ausgewählt werden und anschließend der Hauptdatensatz gespeichert werden.

Dies gilt für alle Hauptdatensätze in denen diese Brennstoffanalyse verwendet wird.



### 4.5.4 Löschen eines Datensatzes

Datensatz in der Projektliste auswählen und anschließend im Menü „Datensatz“ „Datensatz löschen“ oder im Buttonfeld unten links „Löschen“ auswählen:



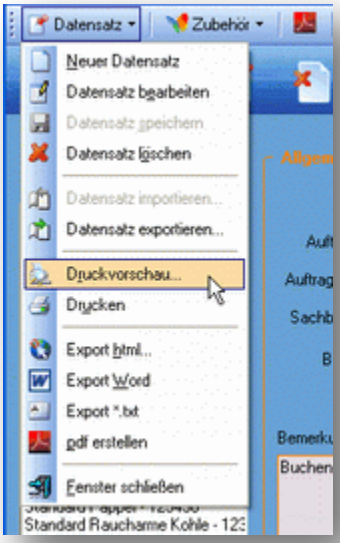
Nach erfolgreichem Löschvorgang des Datensatzes erfolgt ein Meldungsfenster. Diese bitte mit „OK“ bestätigen. Der Datensatz wurde erfolgreich aus der Datenbank entfernt.

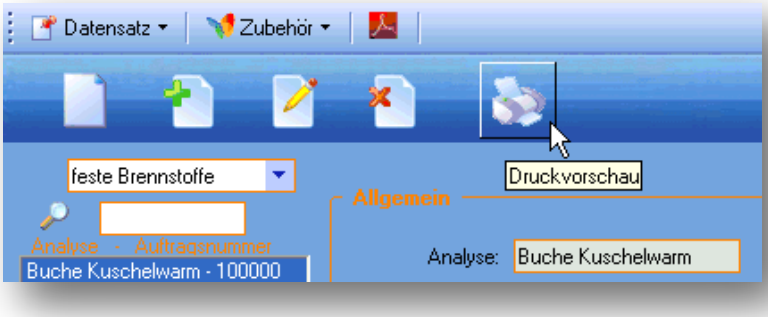
Einige Musterdatensätze sowie die Standardbrennstoffe, die als Vorlage dienen, wenn keine Brennstoffanalyse vorliegt, können nicht aus der Datenbank entfernt werden.

Vor dem Löschvorgang erfolgt eine Kontrolle ob der zu löschende Brennstoff noch mit einem Hauptdatensatz verknüpft ist. Falls ja, erscheint ein Hinweisfenster mit der entsprechenden Information. Der Datensatz kann dennoch gelöscht werden.

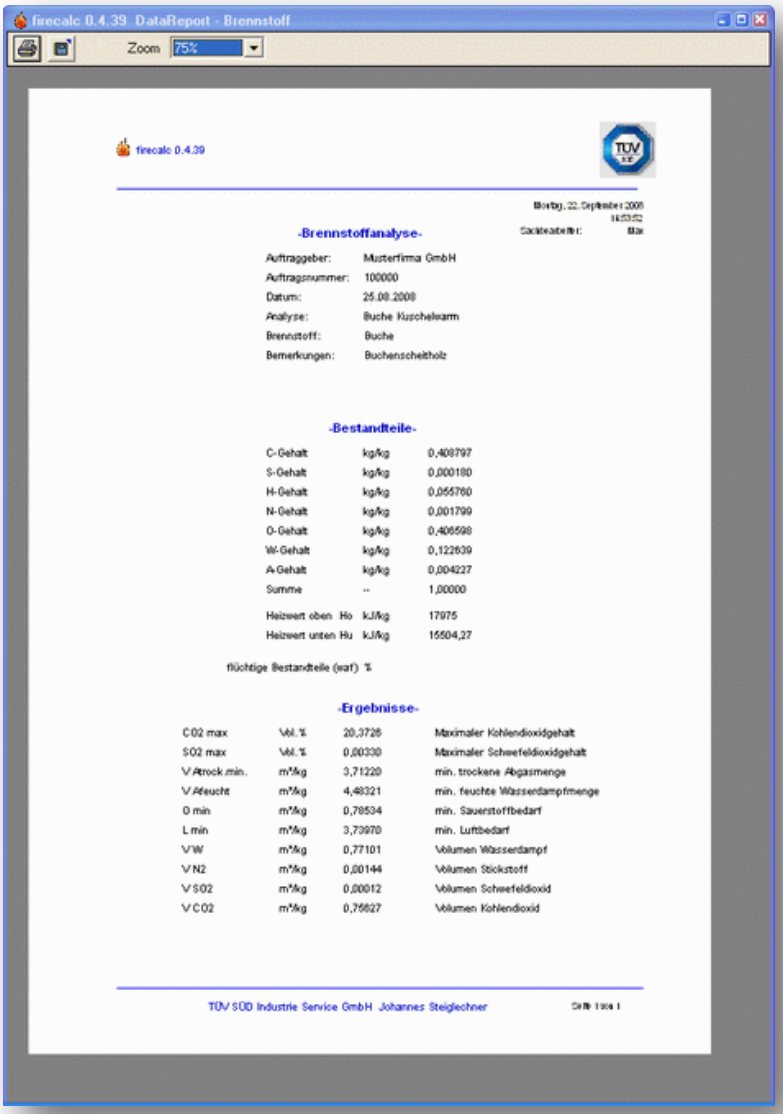
### 4.5.5 Datensatz drucken

Ein Ausdruck kann nur erstellt werden, wenn eine Berechnung erfolgt ist. Damit soll sichergestellt werden, dass Eingaben und Ergebnis übereinstimmen und die Berechnung nachvollziehbar ist. Anschließend in der Menüleiste „Drucken“ für einen Direktausdruck auf den Standarddrucker oder „Druckvorschau“ auswählen zum Anzeigen einer Druckvorschau und der Möglichkeiten einen Drucker auszuwählen.
Die Druckvorschau kann auch alternativ über die grüne Schaltfläche „Report“ oder durch Anklicken des Druckersymbols in der Symbolleiste ausgelöst werden.





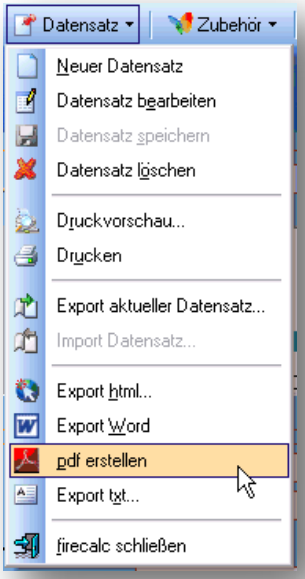
Die Druckvorschau:



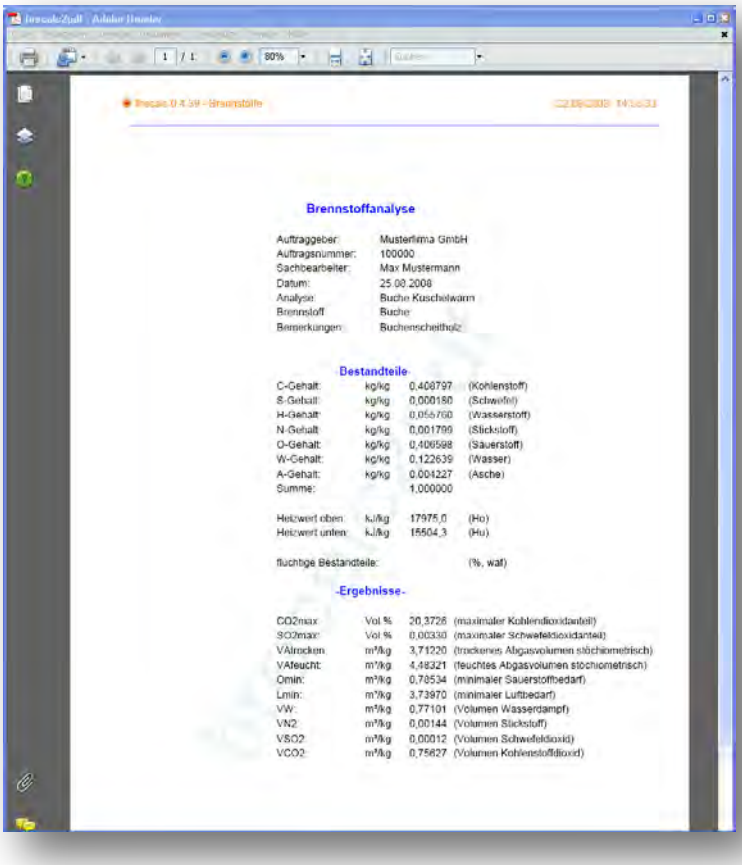

Im Fenster „Druckvorschau“ lassen sich weitere Funktionen ausführen. In der Menüleiste oben links im Menüpunkt „Zoom“ kann die Druckvorschau vergrößert oder verkleinert werden. Daneben können weitere Ausgabeformate wie eine html- oder txt-Datei erstellt werden. Die Dialoge sind weitestgehend selbsterklärend.

### 4.5.6 Erstellung einer pdf-Datei

Für die Erstellung einer pdf-Datei muss durch Auswahl in der Menüleiste „Datensatz“ -> „pdf-Erstellung“ oder durch Klicken in der oberen Menübar auf das pdf-Symbol ausgewählt werden.

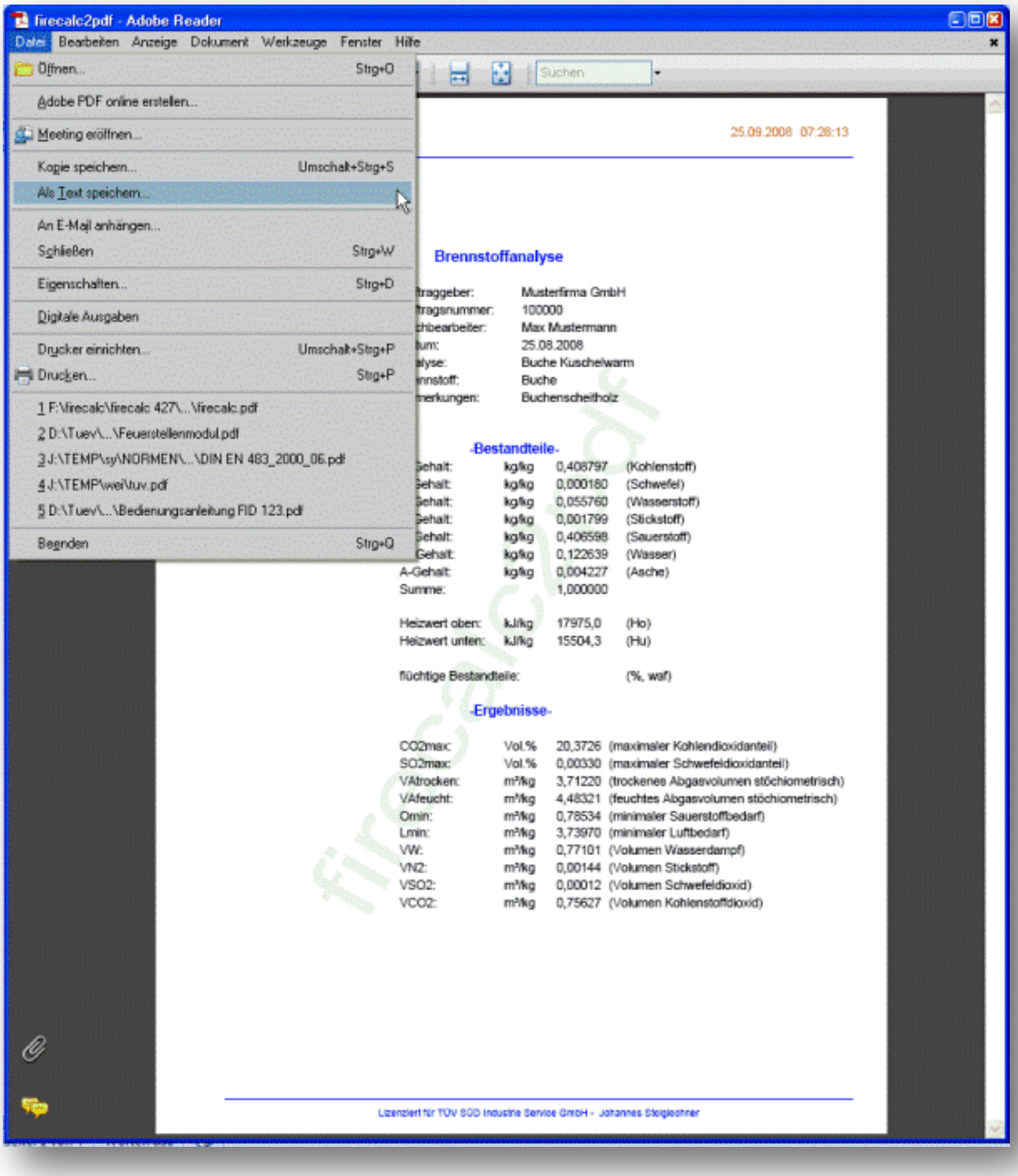


Für die Anzeige der Daten wird der kostenlose Adobe Reader benötigt. Unter der Internetadresse http://www.adobe.com können Sie ihn herunterladen. Der Adobe Reader öffnet sich mit einem Vorschaufenster:



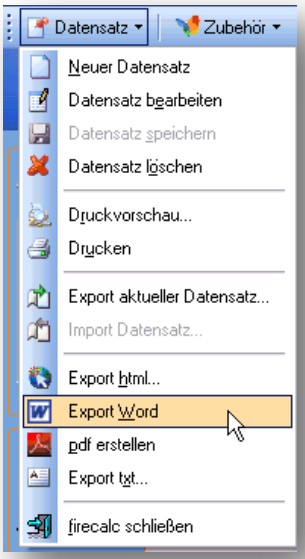
Hinweis

Im Fall, dass die pdf-Erstellung von firecalc unter Microsoft Windows Vista ausgeführt wird, ist es notwendig, dass firecalc als Administrator ausgeführt wird (rechter Mausklick auf das Flammensymbol und „Als Administrator ausführen“ mit der linken Maustaste anklicken).



### 4.5.7 Erstellung einer Microsoft Word-Datei

Die Erstellung einer Microsoft Word-Datei kann durch Auswahl in der Menüleiste „Datensatz“ -> „Export-Word“ ausgelöst werden. Hierfür muss Microsoft-Word auf Ihrem PC vorhanden sein, ansonsten erfolgt eine Fehlermeldung und der Abbruch dieser Funktion. Falls Microsoft-Word nicht vorhanden ist, kann die Exportfunktion ins rtf-Format verwendet werden (siehe nächstes Kapitel). Siehe hierzu auch die Erläuterungen im Kapitel Export MS-Word und RTF-Format.



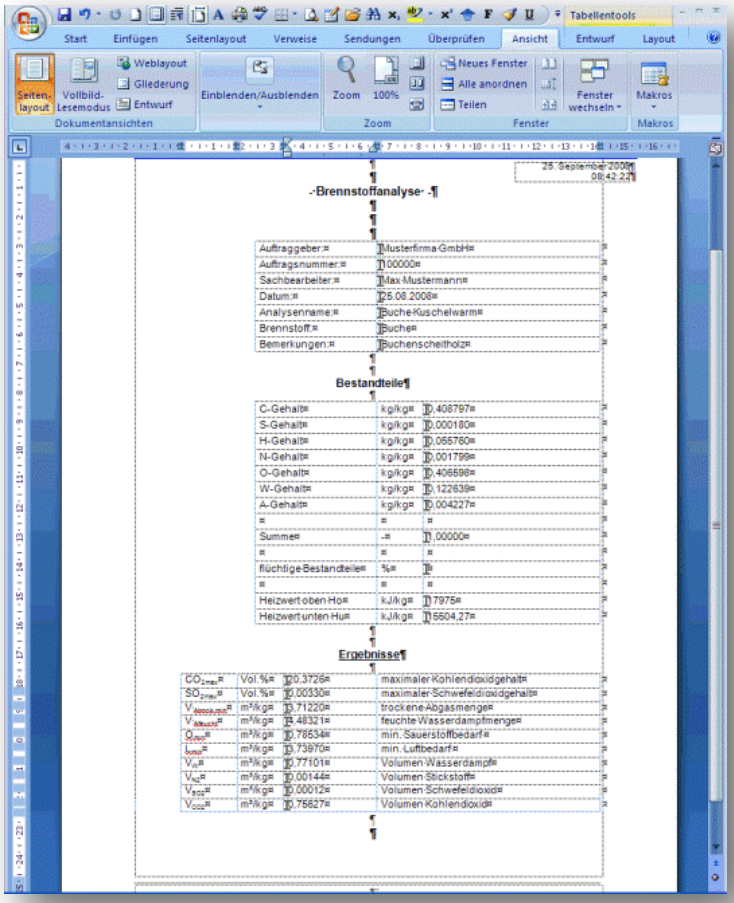

Hinweis

Die Erstellung eines Worddokuments aus firecalc geschieht mittels einer im Anwendungsverzeichnis von firecalc abgelegten Vorlagendatei (*.dot), die im Hintergrund geladen und bearbeitet wird.

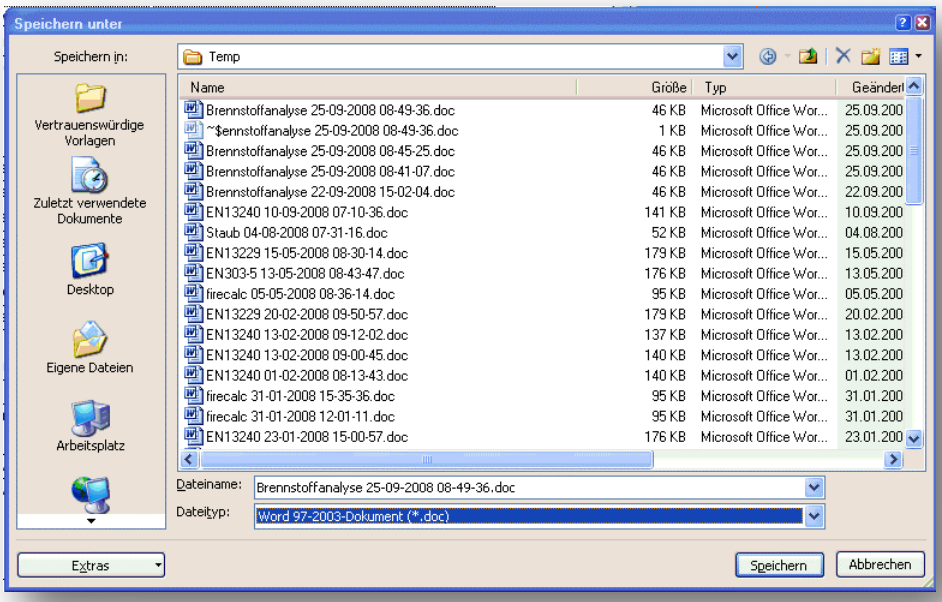
Die Exportfunktion wurde für Microsoft Word 2003 erstellt und optimiert. Mittlerweile gibt es 8 verschiedene Wordversionen für Microsoft Windows, ohne die verschiedenen Updates und Servicepacks mitzuzählen. Leider kann nicht garantiert werden, dass die Word-Exportfunktion auf alle möglichen Wordversionen und Wordkonfigurationen fehlerfrei anwendbar ist.

Aus diesem Grunde wurde die im nächsten Kapitel erläuterte Exportfunktion ins rtf-Format programmiert.

Nach Anklicken von „Export Word“ öffnet **firecalc** selbstständig Microsoft Word und überträgt die Daten in ein neues Word-Dokument:




Das Word-Dokument wird in das temporäre Standardverzeichnis gespeichert. Der Dateiname setzt sich aus dem Erstellungsdatum und der Uhrzeit zusammen und sollte in Word mit "Speichern unter" in das gewünschte Zielverzeichnis gespeichert werden.

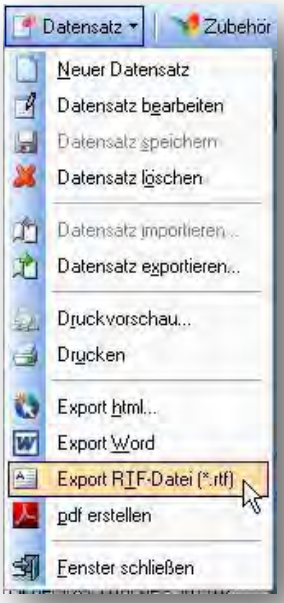



⚠ Achtung! Im Speichern-Menü von Word wird als Dateityp die Word-Dokumentvorlage *.dot automatisch vorgeschlagen. Dies muss in *.doc geändert werden.

### 4.5.8 Erstellung einer rtf-Textdatei (.rtf)

RTF ist die Abkürzung für "Rich Text Format" auf Deutsch "erweitertes Textformat". RTF ist ein spezielles Dateiformat, das für den Datenaustausch formatierter Texte zwischen verschiedenen Textverarbeitungsprogrammen entwickelt wurde. Vorteil des rtf-Formates: Durch dessen Verwendung bleibt die Formatierung von Textdateien auch beim Austausch von Dokumenten zwischen Softwareprodukten unterschiedlicher Hersteller erhalten. Nachteil: Nicht alle Formatierungsmöglichkeiten komplexer Textverarbeitungen wie z.B. Microsoft Word werden berücksichtigt.

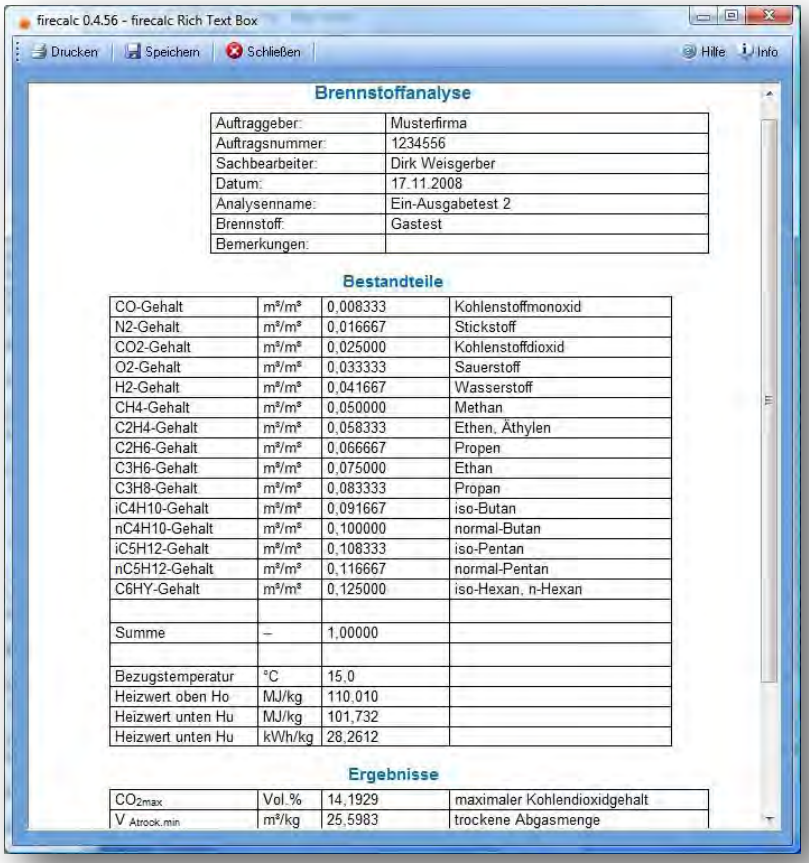
Die Erstellung einer rtf-Textdatei oder einer txt-Textdatei kann durch Auswahl in der Menüleiste „Datensatz“ -> „Export rtf-Datei (*.rtf)“ ausgelöst werden.




Anschließend öffnet sich ein Vorschaufenster mit der erstellten rtf-Datei (Beispiel gasförmiger Brennstoff). In der Menüleiste oben links kann die Datei mit „Speichern“ an den gewünschten Zielort gespeichert werden.

Aus programmtechnischen Gründen kann die Voransicht der rtf-Datei von der korrekt gespeicherten rtf-Datei abweichen.

Das Vorschaufenster kann mit „Schließen“ geschlossen werden.




**Brennstoffanalyse**

| | |
|---|---|
| Auftraggeber: | Musterfirma |
| Auftragsnummer: | 1234556 |
| Sachbearbeiter: | Dirk Weisgerber |
| Datum: | 17.11.2008 |
| Analysenname: | Ein-Ausgabetest 2 |
| Brennstoff: | Gastest |
| Bemerkungen: | |

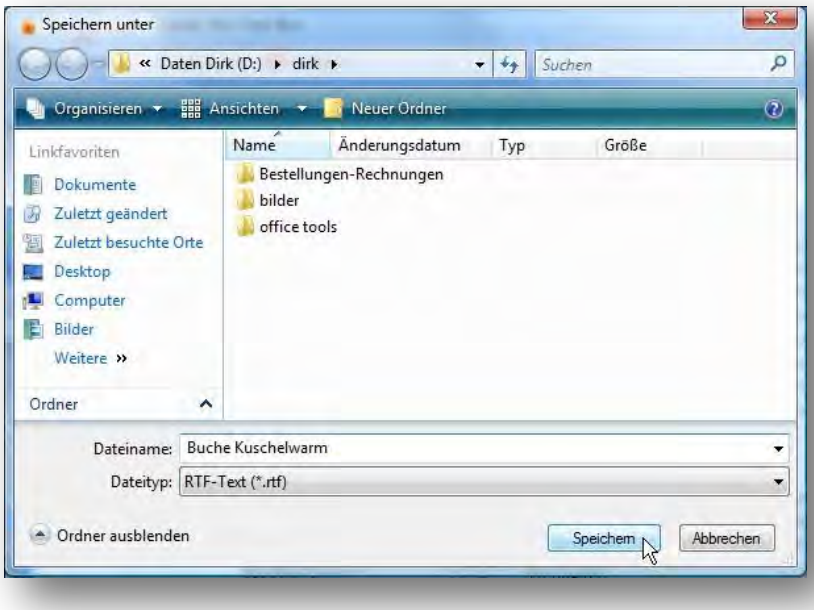
**Bestandteile**

| | | | |
|---|---|---|---|
| CO-Gehalt | m³/m³ | 0,008333 | Kohlenstoffmonoxid |
| N2-Gehalt | m³/m³ | 0,016667 | Stickstoff |
| CO2-Gehalt | m³/m³ | 0,025000 | Kohlenstoffdioxid |
| O2-Gehalt | m³/m³ | 0,033333 | Sauerstoff |
| H2-Gehalt | m³/m³ | 0,041667 | Wasserstoff |
| CH4-Gehalt | m³/m³ | 0,050000 | Methan |
| C2H4-Gehalt | m³/m³ | 0,058333 | Ethen, Äthylen |
| C2H6-Gehalt | m³/m³ | 0,066667 | Propen |
| C3H6-Gehalt | m³/m³ | 0,075000 | Ethan |
| C3H8-Gehalt | m³/m³ | 0,083333 | Propan |
| iC4H10-Gehalt | m³/m³ | 0,091667 | iso-Butan |
| nC4H10-Gehalt | m³/m³ | 0,100000 | normal-Butan |
| iC5H12-Gehalt | m³/m³ | 0,108333 | iso-Pentan |
| nC5H12-Gehalt | m³/m³ | 0,116667 | normal-Pentan |
| C6HY-Gehalt | m³/m³ | 0,125000 | iso-Hexan, n-Hexan |
| | | | |
| Summe | – | 1,00000 | |
| | | | |
| Bezugstemperatur | °C | 15,0 | |
| Heizwert oben Ho | MJ/kg | 110,010 | |
| Heizwert unten Hu | MJ/kg | 101,732 | |
| Heizwert unten Hu | kWh/kg | 28,2612 | |

**Ergebnisse**

| | | | |
|---|---|---|---|
| $CO_{2max}$ | Vol.% | 14,1929 | maximaler Kohlendioxidgehalt |
| $V_{Atrock.min}$ | m³/kg | 25,5983 | trockene Abgasmenge |

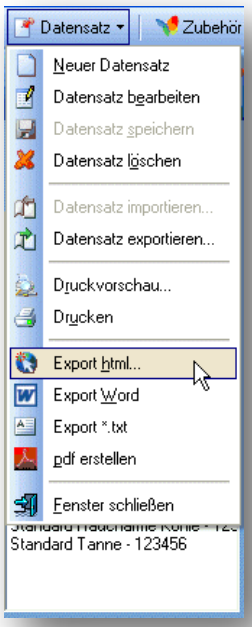
Der Speicherdialog der rtf-Datei:



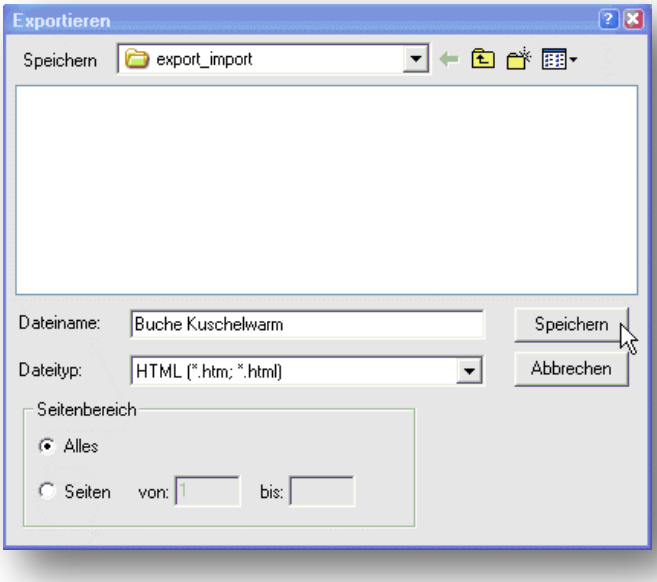

Neben der Möglichkeit die Datei zu speichern, können die Daten aus dem Vorschaufenster auch mit Paste & Copy markiert, in die Zwischenablage gespeichert und z.B. in ein Dokument einer Textverarbeitungssoftware eingefügt werden.

### 4.5.9 Erstellung einer html-Datei (.html)

Die Erstellung einer html-Datei kann durch Auswahl in der Menüleiste „Datensatz“ -> „Export html“ ausgelöst werden.




Anschließend öffnet sich ein Dialogfenster in dem der gewünschte Dateiname und der Speicherort der erstellten Datei ausgewählt werden kann.



## 4.6 Eingabe von Brennstoffbestandteilen wenn keine Brennstoffanalyse vorliegt

### 4.6.1. Standardbrennstoffe

**firecalc** bietet die Möglichkeit Brennstoffberechnungen durchzuführen und für eine Hauptberechnung abzuspeichern, wenn keine detaillierte Brennstoffanalyse vorliegt. Lediglich der Wassergehalt des Brennstoffs muss bekannt sein, oder kann für eine erste Annäherung abgeschätzt werden.

Für folgende feste Brennstoffe sind in der Datenbank von firecalc Analysen hinterlegt:

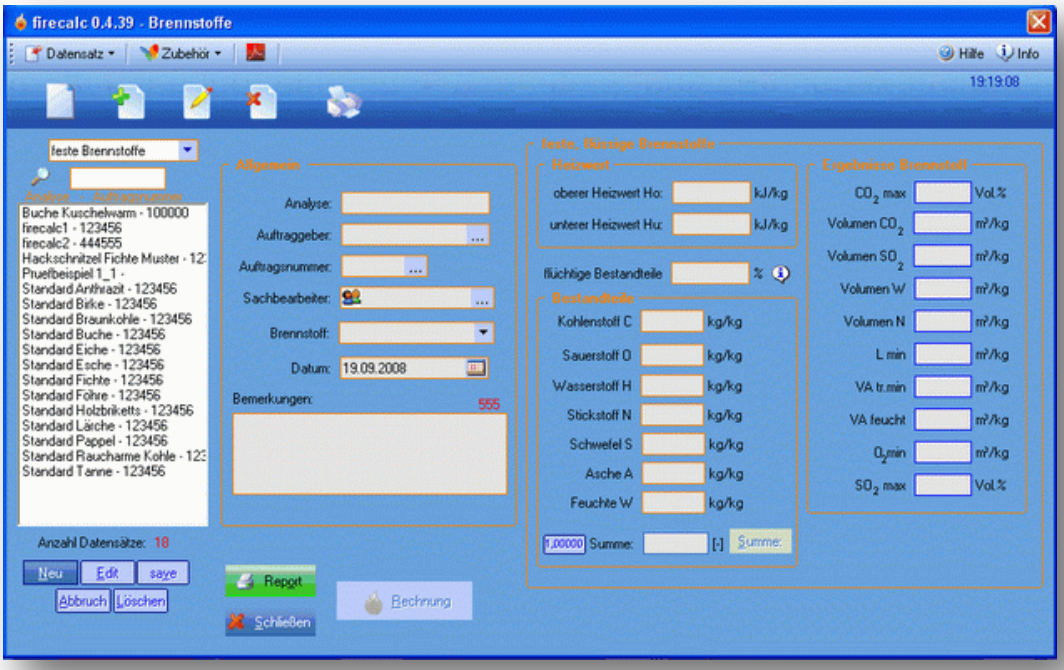
- Fichte
- Buche
- Lärche
- Tanne
- Eiche
- Esche
- Föhre
- Pappel
- Holzbriketts
- Braunkohle
- Anthrazit

Die Analysen stammen aus der Fachliteratur. Nach Eingabe des ermittelten oder für erste abschätzende Rechnungen eingegebenen Wassergehalts des Brennstoffs können der untere Heizwert und die brennstoffbezogenen stöchiometrischen Abgasbestandteile bei der Verbrennung berechnet werden.

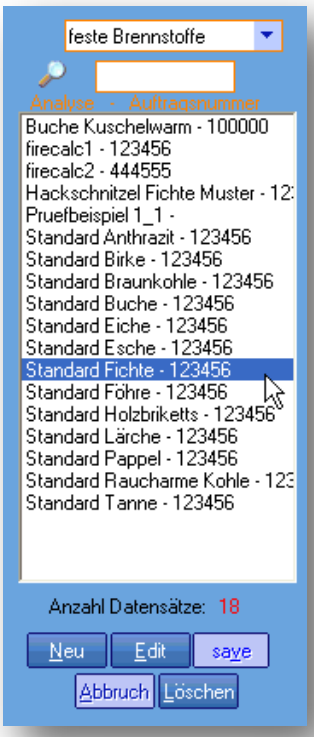
Mit den Standardanalysen können nur abschätzende Berechnungen durchgeführt werden, eine Analyse der Elementarbestandteile des verwendeten Brennstoffs ist Voraussetzung für korrekte Berechnungen.

### 4.6.2 Eingabebeispiel

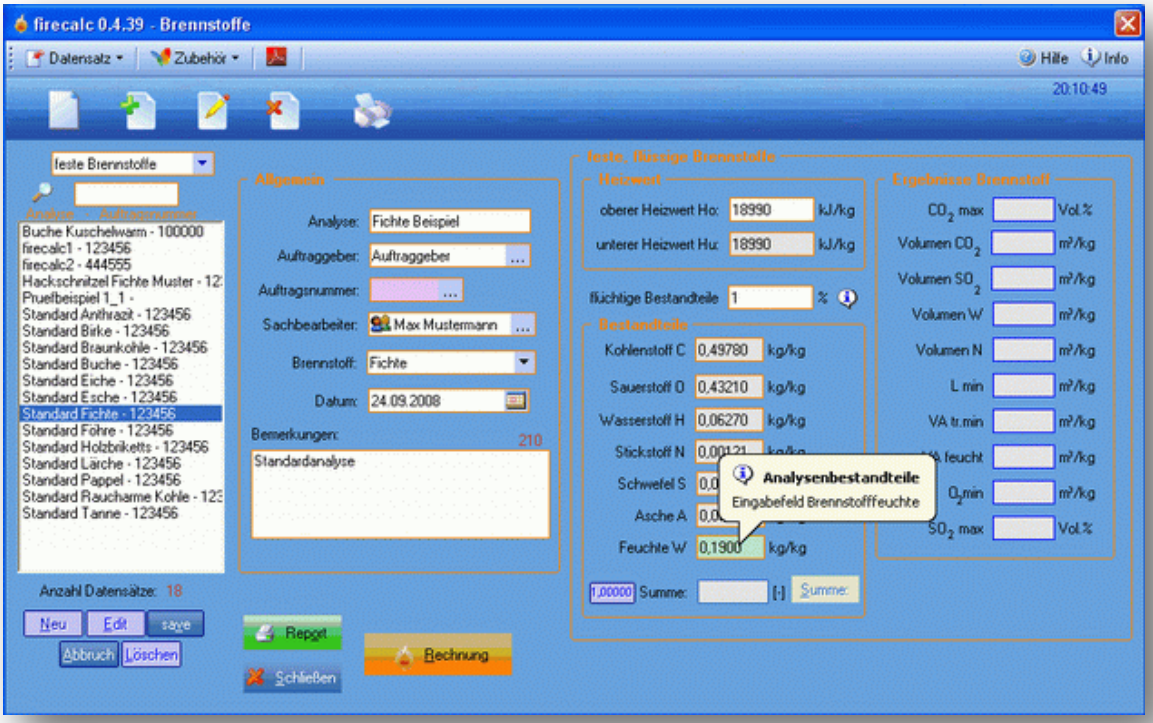
Startbildschirm Brennstoffformular feste Brennstoffe:




In der linken Projektliste den gewünschten Standardbrennstoff z.B. „Standard Fichte“ auswählen:

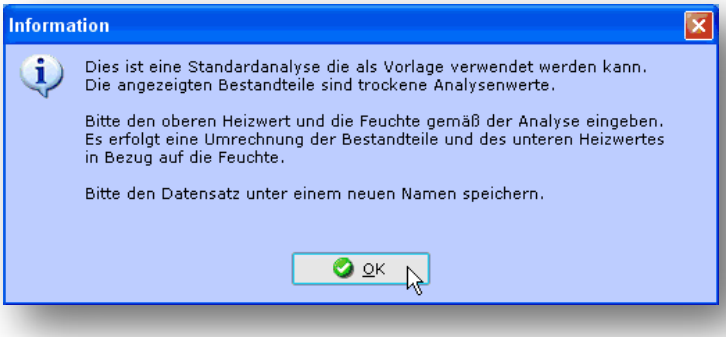



Die in der Datenbank hinterlegten Analysenbestandteile und Heizwerte werden in die Eingabefelder übertragen.




Anschließend über den Button „Edit“ den Datensatz für die Bearbeitung freischalten.

Es erfolgt ein Hinweisfenster mit Erläuterungen:

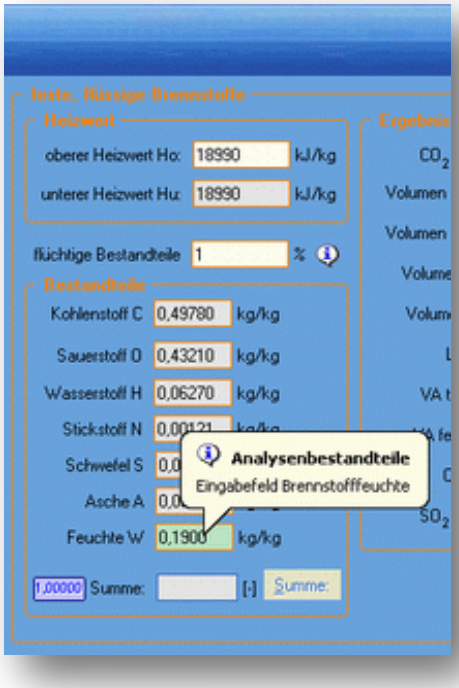

Information
Dies ist eine Standardanalyse die als Vorlage verwendet werden kann.
Die angezeigten Bestandteile sind trockene Analysenwerte.
Bitte den oberen Heizwert und die Feuchte gemäß der Analyse eingeben.
Es erfolgt eine Umrechnung der Bestandteile und des unteren Heizwertes
in Bezug auf die Feuchte.
Bitte den Datensatz unter einem neuen Namen speichern.
OK

Die Eingabefelder für die Analysebestandteile:

C Kohlenstoffgehalt in [kg/kg] (entspricht Massenanteil in %)
H Wasserstoffgehalt in [kg/kg] (entspricht Massenanteil in %)
S Schwefelgehalt in [kg/kg] (entspricht Massenanteil in %)
O Sauerstoffgehalt in [kg/kg] (entspricht Massenanteil in %)
N Stickstoffgehalt in [kg/kg] (entspricht Massenanteil in %)
A Aschegehalt in [kg/kg] (entspricht Massenanteil in %)

und der untere Heizwert Hu bleiben gesperrt. Der untere Heizwert wird anhand des vorgeschlagenen oberen Heizwerts berechnet. Für den oberen Heizwert kann auch ein anderer Wert als der Vorgeschlagene eingegeben werden. Der Wassergehalt W muss eingegeben werden.

**Wichtig!**
Alle Änderung und Berechnungen der Brennstoffanalyse müssen vorgenommen werden, **bevor** der Datensatz gespeichert wird.




Anschließend kann die Berechnung durchgeführt werden. Der Datensatz kann jetzt als Basis für weitere Berechnungen im Hauptformular gespeichert werden. Das Ausdrucken die Exportmöglichkeiten sowie die Erstellung einer pdf-Datei können wie im vorherigen Beispiel durchgeführt werden.

Berechnungsergebnisse:

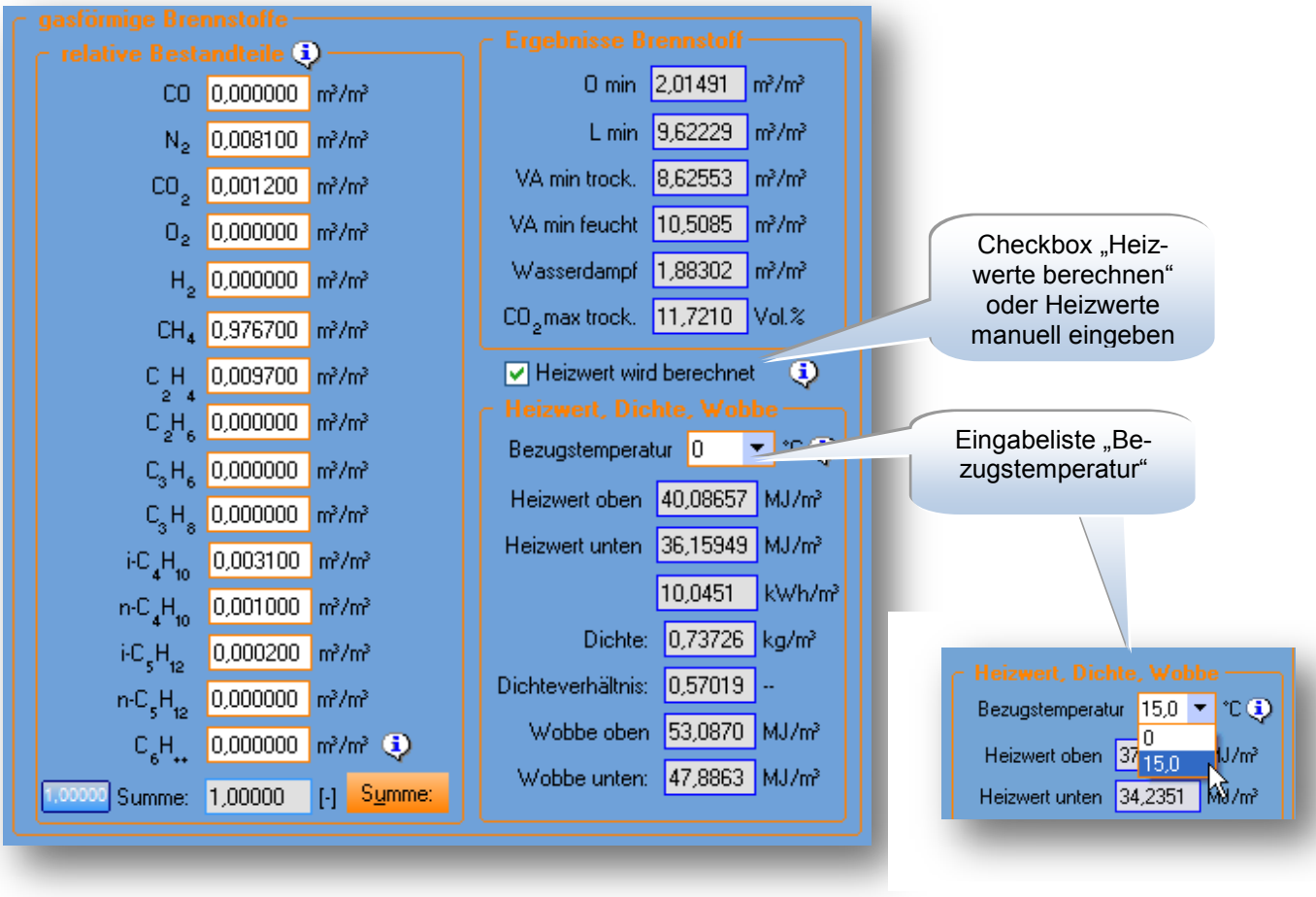
## 4.7 Besonderheiten Brennstoffanalyse gasförmiger Brennstoff

Im Folgenden wird nur auf den Unterschied zu den Berechnungen von festen/flüssigen Brennstoffen eingegangen. Alle Datensatzoperationen wie speichern, löschen, drucken, editieren, Export/Importfunktion ist bei festen/flüssigen und gasförmigen Brennstoffen identisch.

### 4.7.1 Bezugstemperatur für Berechnung gasförmige Brennstoffe

Neben der größeren Anzahl an möglichen Brennstoffbestandteilen muss bei der Berechnung auch die Bezugstemperatur für die Berechnung eingegeben werden. Der Standardwert beträgt für die meisten Berechnungen 15°C (288 K)

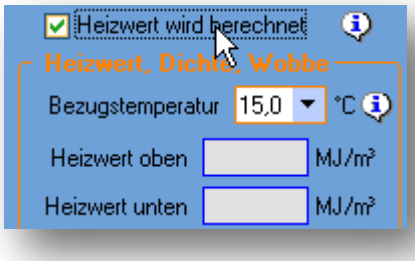
| Randbedingungen Produktnorm | Bezugstemperatur |
|---|---|
| DIN EN 676 "Automatische Brenner mit Gebläse für gasförmige Brennstoffe" | 15° C |
| DIN EN 303-3 "Zentralheizkessel für gasförmige Brennstoffe" | 15° C |
| DIN 4702-2 "Heizkessel" | 0° C |
| DIN 3364 "Gasraumheizer“ | 15° C |

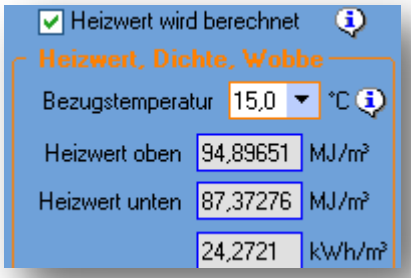


### 4.7.2 Heizwert gasförmige Brennstoffe eingeben oder berechnen

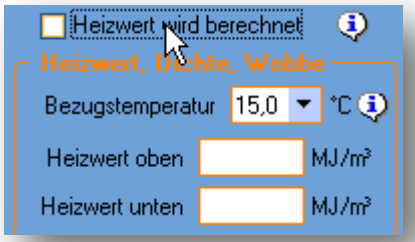
In dem Berechnungsformular für die stöchiometrische Berechnung von gasförmigen Brennstoffen können bei Kenntnis der Elementaranalyse der obere und untere Heizwert aus der Brennstoffzusammensetzung berechnet (Checkbox „Heizwert wird berechnet“ aktivieren) oder bei Kenntnis der Heizwerte diese auch direkt eingegeben werden (Checkbox „Heizwert wird berechnet“ deaktivieren).

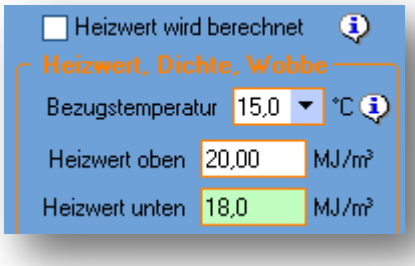
Heizwerte werden berechnet




Heizwerte müssen eingegeben werden



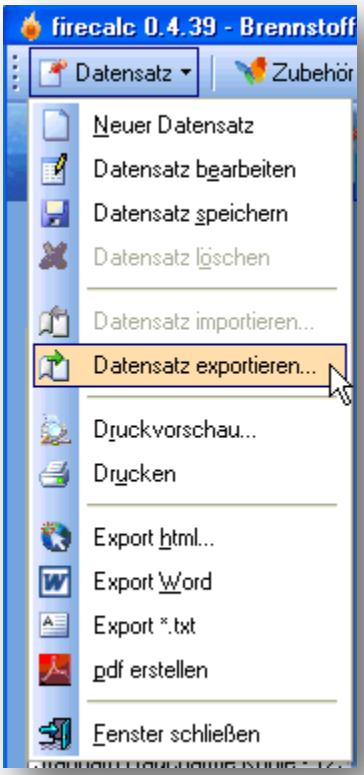




## 4.8 Export und Import von Datensätzen

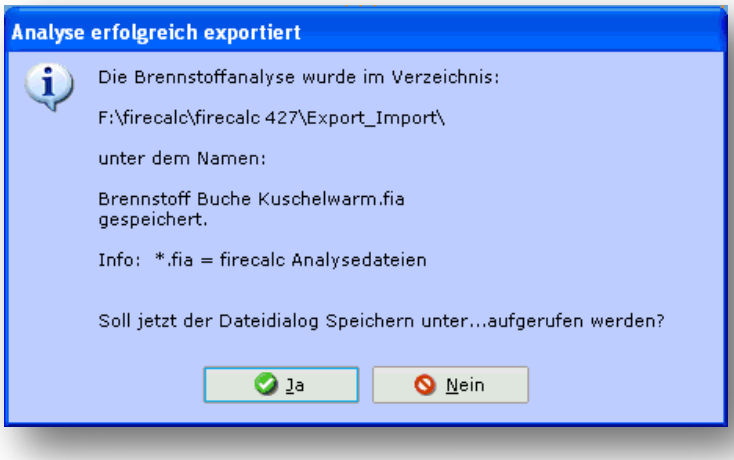
Mit dieser Funktion können firecalc- Datensätze z.B. zwischen unterschiedlichen Computern ausgetauscht oder eine Sicherung des Datensatzes ausgeführt werden.

### 4.8.1 Exportieren von Datensätzen

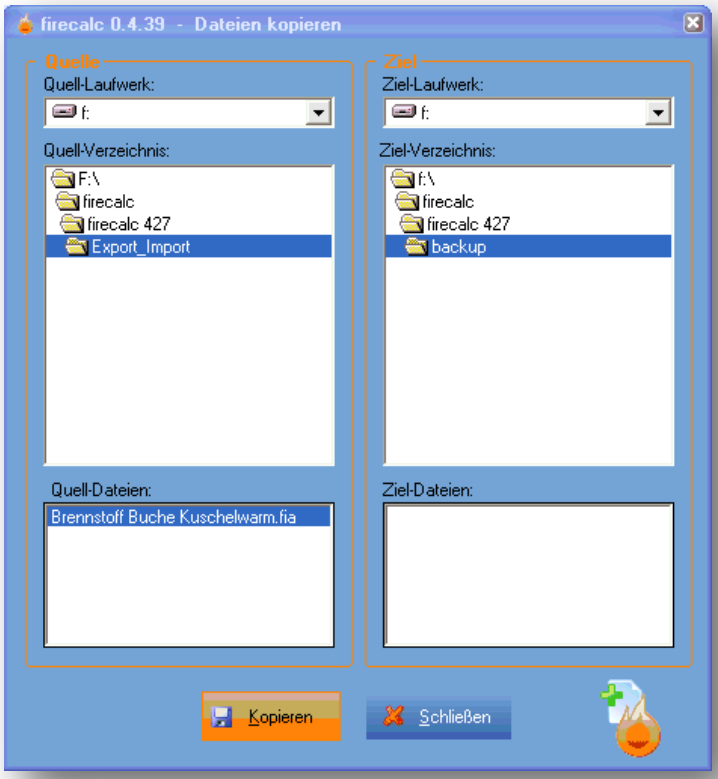
Den zu exportierenden Datensatz in der Projektliste auswählen. Im Menü "Datensätze" den Menüpunkt "Export" auswählen (falls diese Funktion grau hinterlegt ist, bitte erste den aktuellen Datensatz speichern oder eine Berechnung durchführen).




Der gewählte Datensatz wird in das Anwendungsverzeichnis von firecalc in den Ordner Export-Import gespeichert als Datei „Datensatzname.fia“ (z.B. C:\Programme\firecalc\Export_Import\). Es erfolgt ein Dialog mit der Information des erfolgreichen Exports und die Frage ob ein kleiner Dateiexplorer geöffnet werden soll, mit dem die exportierte Datei an einen anderen Ort (z.B. einen USB-Stick oder ein Netzlaufwerk) kopiert werden kann.

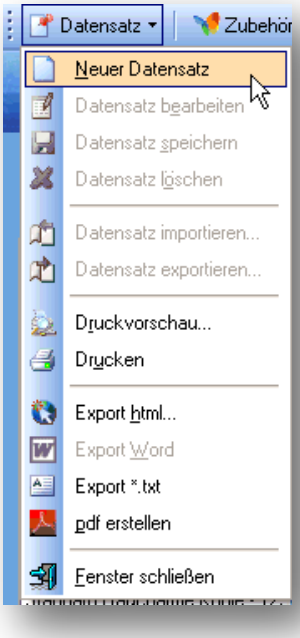



Wird mit Ja bestätigt öffnet sich ein weiteres Fenster zum Kopieren der Datei. Dort kann die Datei an das gewünschte Ziel gespeichert werden.

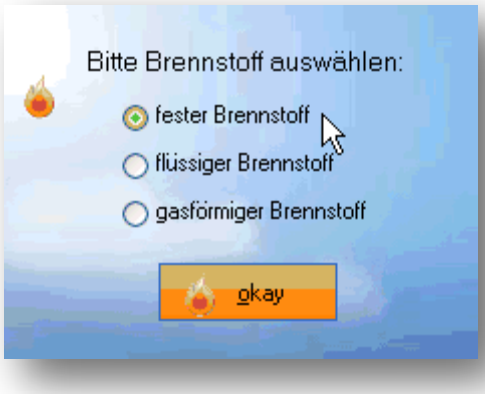



### 4.8.2 Importieren von Datensätzen

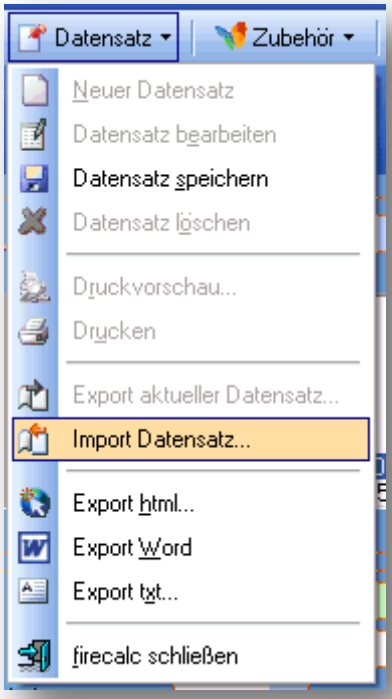
Diese Funktion ist nur möglich, wenn vorher die Erstellung eines neuen Datensatzes ausgewählt wurde (z.B. Menüleiste => "Neuer Datensatz"):



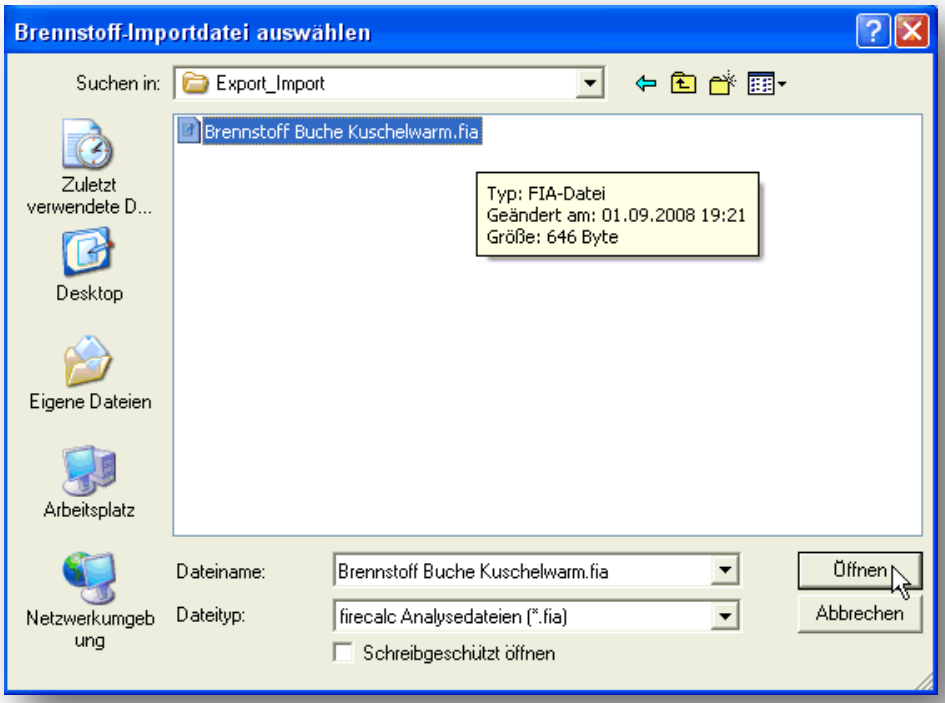

Im sich öffnenden Fenster muss die gewünschte Brennstoffart die importiert werden soll ausgewählt werden. Im Beispiel „fester Brennstoff“.



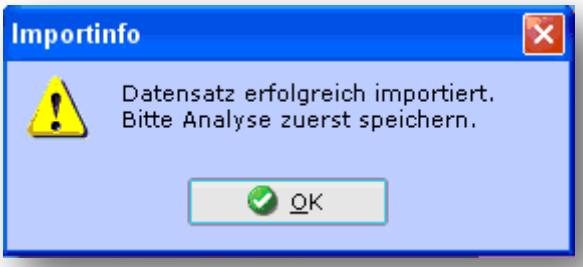

Anschließend im Menü "Datensätze" den Menüpunkt "Import Datensatz" auswählen:




Es erscheint der Dateidialog zum Auswählen des gewünschten Datensatzes:




Nach Bestätigen durch "Öffnen" wird die Datei in firecalc eingefügt. Es erfolgt ein Meldungsfenster mit einer Bestätigung über den erfolgreichen Import. Diese Datei sollte unbedingt zuerst abgespeichert werden.




Im Fall, dass die Importdatei beschädigt ist, oder die Datei nicht kompatibel ist erfolgt eine Meldung über das Fehlschlagen des Imports.

## 4.9 Sonstiges

### 4.9.1 Angenäherte Berechnung Heizwert bei gegebenen Brennstoffanteilen

Mit dieser Funktion lässt sich der obere und untere Heizwert bei bekannter Brennstoffanalyse abschätzend berechnen (nur bei festen und flüssigen Brennstoffen).

Die im Brennstoff gebundene Energie wird durch den Brennwert bzw. den Heizwert gekennzeichnet und stellt eine weitere wichtige Kennzahl des Brennstoffes dar.

Der Brennwert (Ho), früher oberer Heizwert oder Verbrennungswärme genannt, ist der Quotient aus der durch vollständige Verbrennung frei werdenden Wärmemenge und der Masse des Stoffes unter der Voraussetzung, dass

- die Temperatur des Brennstoffes vor dem Verbrennen und die seiner Verbrennungsprodukte 25°C beträgt.
- das vor der Verbrennung im Brennstoff bereits vorhandene und das durch die Verbrennung zusätzlich gebildete Wasser nach der Verbrennung in flüssiger Form vorliegt.
- die Verbrennungsprodukte von Kohlenstoff und Schwefel als Kohlendioxid und Schwefeldioxid gasförmig vorliegen.
- eine Oxidation des Stickstoffes nicht stattgefunden hat.

Der Heizwert (Hu), früher unterer Heizwert genannt, ist der Quotient aus der durch vollständige Verbrennung frei werdenden Wärmemenge und der Masse des Stoffes unter der Voraussetzung, dass

- die Temperatur des Brennstoffes vor dem Verbrennen und die seiner Verbrennungsprodukte 25°C beträgt.
- das vor der Verbrennung im Brennstoff bereits vorhandene und das durch die Verbrennung zusätzlich gebildete Wasser nach der Verbrennung dampfförmig (bei 25°C) vorliegt.
- die Verbrennungsprodukte von Kohlenstoff und Schwefel als Kohlendioxid und Schwefeldioxid gasförmig vorliegen.
- eine Oxidation des Stickstoffs nicht stattgefunden hat.

Der Brennwert ist um den Betrag der Verdampfungswärme des in den Abgasen enthaltenen Wassers größer als der Heizwert. In allen technischen Feuerungen enthalten die Abgase das Wasser in dampfförmigem Zustand, sodass bei Verbrennungsrechnungen allgemein mit dem Heizwert zu rechnen ist.

Es ist also:

$$Ho = Hu \times r \times \frac{(9H + W)}{100} \text{ [kJ/kg]}$$

r Verdampfungsenthalpie des Wassers = 2441 kJ/kg bei 25 °C
W Wassergehalt des Brennstoffes in % bzw. kg/kg
H Wasserstoffgehalt des Brennstoffes in % bzw. kg/kg

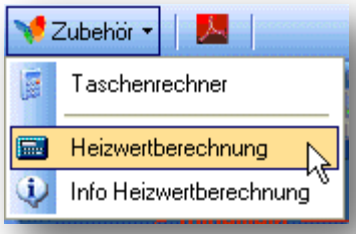
Bei festen Brennstoffen lässt sich die genaue Größe des Heizwertes wegen der vielen möglichen Bindungsarten der Elemente nur auf kalorimetrische Weise ermitteln. Angenähert ist bei bekannter Zusammensetzung eines Brennstoffes der empirisch ermittelte Heizwert.

Heizwert nach Boie für feste und flüssige Brennstoffe:

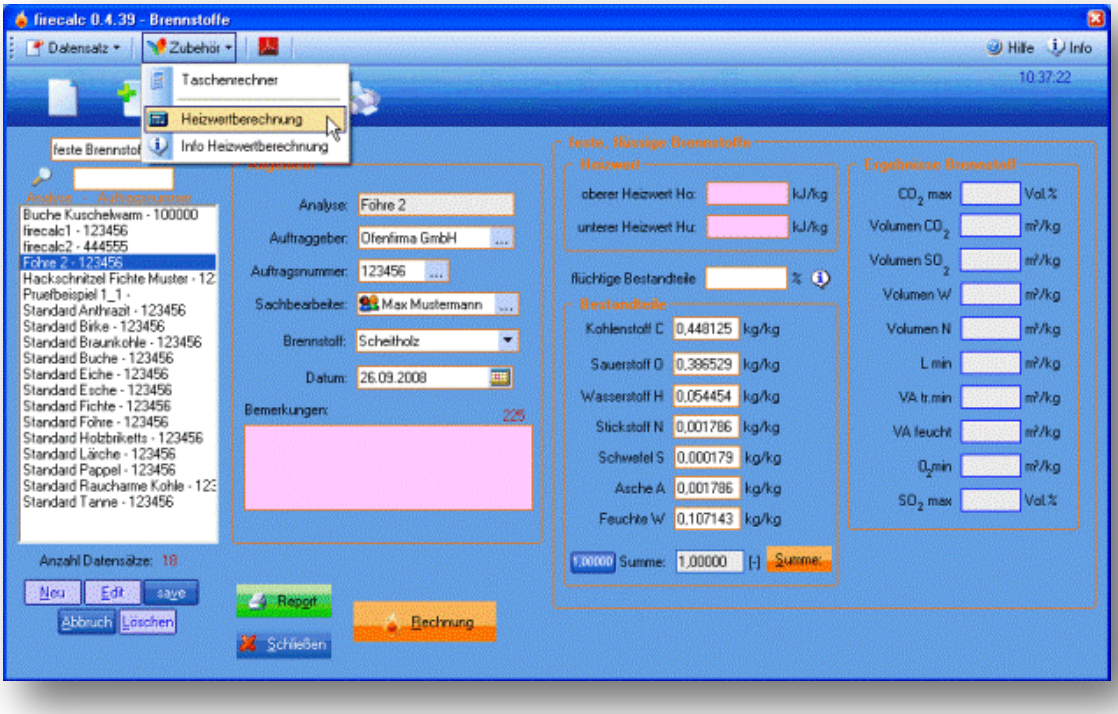
**Hu = 34,8 x C + 93,9 X H + 6,3 x N + 10,5 x S - 10,5 x O - 2,5 x W [kJ/kg]**

C Kohlenstoffgehalt in [kg/kg] (entspricht Massenanteil in %)
H Wasserstoffgehalt in [kg/kg] (entspricht Massenanteil in %)
S Schwefelgehalt in [kg/kg] (entspricht Massenanteil in %)
O Sauerstoffgehalt in [kg/kg] (entspricht Massenanteil in %)
N Stickstoffgehalt in [kg/kg] (entspricht Massenanteil in %)
A Aschegehalt in [kg/kg] (entspricht Massenanteil in %)
W Wassergehalt in [kg/kg] (entspricht Massenanteil in %)

Diese Funktion kann nach Eingabe der Brennstoffbestandteile durch Auswahl in der Menüleiste „Zubehör“ und anschließend durch Anklicken von „Heizwertberechnung“ durchgeführt werden.

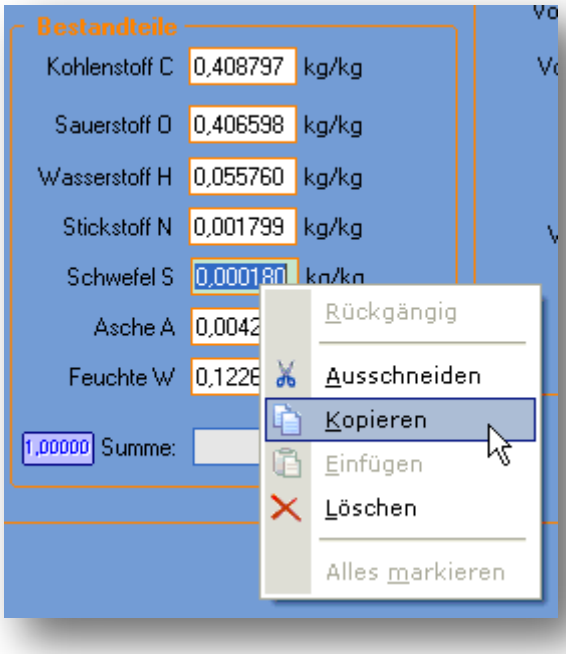



Wie in den nächsten Bilder erkennbar, wurde der untere und obere Heizwert nach den oben angegeben Formeln angenähert berechnet.



## 4.9.2 Rechte Maustaste

Mit **firecalc** kann auch die rechte Maustaste benutzt werden. Wird mit der rechten Maustaste in ein (geöffnetes) Eingabefeld öffnet sich ein Menü mit weiteren Optionen (Rückgängig, Kopieren, Einfügen, Löschen,...)



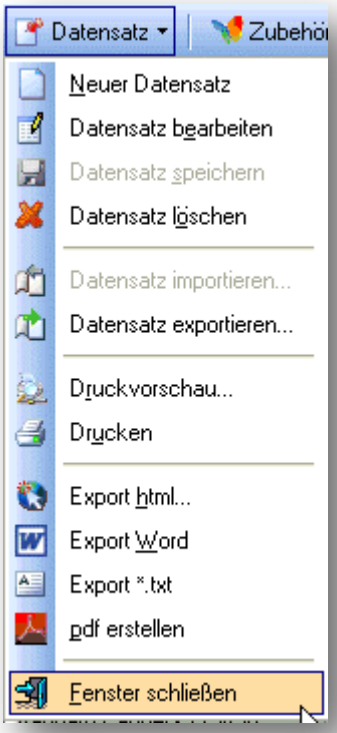

- **ACHTUNG!** Mit der Einfügeoption besteht die Möglichkeit in Eingabefelder die ausschließlich für Zahlen zugelassen sind auch irrtümlich Texte oder Sonderzeichen einzugeben. Hierdurch kann es zu Berechnungsfehlern oder im schlimmsten Fall zu abstürzen der Software kommen.

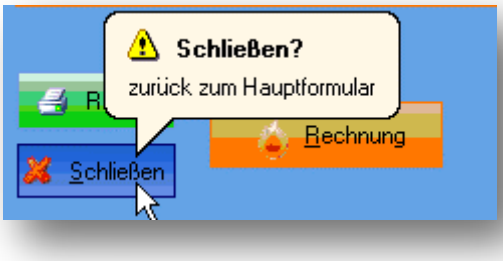
Durch "Rechtsklick" in einige Bereiche des Brennstoffformulars öffnet sich ein Menü mit folgenden Befehlsmöglichkeiten:

- Beim Anklicken auf "Rechnung" wird die Berechnung ausgelöst.
- Bei "Druck direkt" werden die Ein- und Ausgabedaten zum Standarddrucker gesendet.
- Durch "Speichern" wird der Datensatz in die Datenbank abgespeichert
- Durch "Formular schließen" wird das Programm beendet

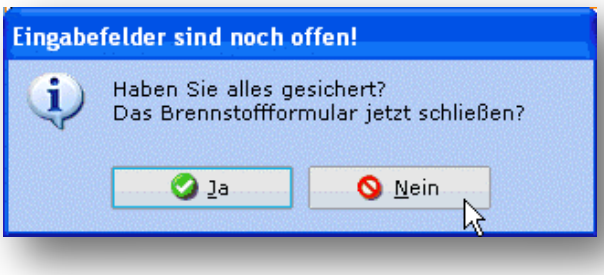
### 4.9.3 Formular Brennstoff schließen

Für das Schließen des Brennstoffformulars im Menü "Datensätze" den Menüpunkt "Fenster schließen" oder im Buttonfeld „Schließen“ auswählen.




Falls die Eingabefelder noch für die Bearbeitung geöffnet sind, erfolgt eine Sicherheitsabfrage, die vor Datenverlust schützt. Falls der Datensatz noch nicht gespeichert worden ist, kann mit „Nein“ dieser Vorgang anschließend durchgeführt werden. Falls das Formular dennoch geschlossen werden soll, die Abfrage mit Ja bestätigen und das Formular wird geschlossen. Alle nicht gespeicherten Daten sind verloren.



# 5 Staubförmige Emissionen

## 5.1 Allgemeines

Staub ist die Sammelbezeichnung für feinste feste Teilchen (Partikel), die in Gasen, insbesondere in der Luft aufgewirbelt lange Zeit schweben können. Staub ist definitionsgemäß Bestandteil des Schwebstaubes, der wiederum zusätzlich zum Staub unter anderem auch noch den Rauch und Rußpartikel umfasst.

Wie für andere Luftschadstoffe auch, gibt es in den meisten industrialisierten Ländern Grenzwerte für die Staubemission. In Deutschland ist hier u.a. die Novelle der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV – zu nennen.

## 5.2 Messung der Gesamtstaubkonzentration

Da verschiedene Grundlagen der Messung von Gesamtstaub gelten, werden nachfolgend die Grundprinzipien der Messung von Gesamtstaub näher beschrieben.

Die Grundlagen zur Staubmessung werden in der VDI-Richtlinie 2066 Blatt 1 dargestellt. Die manuelle Staubmessung wird in den VDI-Richtlinien Blatt 2, 3 und 7 beschrieben.

## 5.3 Gesamtstaub

Grundlegende Voraussetzung der Staubmessung ist die isokinetische Probenahme im Rahmen einer Netzmessung. Der staubhaltige Abgasstrom wird an repräsentativen Punkten abgesaugt, der Staub wird auf einem in der Absaugsonde integrierten Filter abgeschieden. Die Bestimmung der gesammelten Staubmasse erfolgt gravimetrisch durch Auswiegen der Filter vor und nach der Probenahme im Labor.

Zur Bestimmung der Staubkonzentration werden Staubfilter benutzt, in denen Staub gesammelt und gravimetrisch bestimmt wird. Dazu wird der Filter vor und nach der Staubsammlung gewogen und die Gewichtsdifferenz ergibt die gesammelte Staubmenge. Wurde eine bestimmte Abgasmenge durch den Filter gesaugt, so kann aus dem Luftvolumen und dem Staubgewicht die Staubkonzentration berechnet werden.

Gemäß dem Entwurf "Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes - Immissionsschutzgesetz (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - 1.BImSchV)" wird im Abschnitt 3 die Durchführung der Messungen und Bestimmung des Wirkungsgrades definiert. In Absatz 2 "Staub" wird die Ermittlung der staubförmigen Emissionen weiter erläutert, sie erfolgt bei Nennwärmeleistung als Halbstunden-Mittelwert (Meßbeginn drei Minuten nach Brennstoffaufgabe) nach den entsprechenden Zertifizierungsprogramm wie DINplus (DIN CERTCO), sofern die baurechtlich anzuwendenden Normen noch über keine Meßmethode für Staub verfügen. Andere Verfahren können bei Gleichwertigkeit angewendet werden.

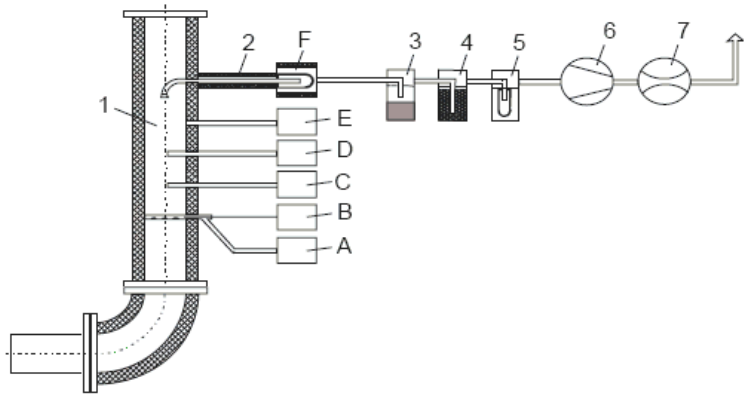
## 5.4 Meßverfahren

Gemäß z.B. dem Zertifizierungsprogramm „Raumheizer  für feste Brennstoffe mit schadstoffarmer Verbrennung“ nach DIN EN 13240 (Stand Juli 2008) erfolgt die Ermittlung der NOx-, CnHm- und Staub-Emission wie folgt:

Die Messung von NOx, CxHy und Staub wird im Rahmen der Typprüfung nach DIN EN (Prüfung der Nennwärmeleistung) parallel zur CO-Messung durchgeführt. Die Meßstelle für die Staubmessung ist oberhalb der Meßstellen für CO, NOx und CxHy anzuordnen. Die Staubmessung beginnt 3 Minuten nach Aufgabe des Brennstoffs und erfolgt 30 Minuten lang.

## 5.4 Meßeinrichtung

Die Anordnung der Messung ist im nachfolgenden Bild dargestellt.




1 Meßstrecke
2 Gasprobe-Entnahmesonde und Anschluss für die Staubmessung (wärmeisoliert)
3 Wasserabscheider
4 Silikagelfilter
5 Ultrafeinfilter
6 Pumpe
7 Gasdurchflussmesser
A $CO_2$- und CO-Messung
B Messung der Abgastemperatur $t_a$
C $NO_x$ - Messung
D $C_nH_m$ - Messung
E Förderdruckmessung
F Staubfilter (Offline gravimetrische Messung)

Die Probe-Entnahmesonde hat einen Durchmesser von 8 mm, der sich an der Probeneintrittsöffnung auf 9,74 mm erweitert.

Die Einrichtung zur Probenahme muss so konzipiert sein, dass während einer Probenahmedauer von 30 min ein Abgasvolumen von 280 ± 28 l, bezogen auf Normbedingungen (273 K, 1013 hPa), gefördert wird. Das Probenahmerohr muss im Abgasquerschnitt zentriert sein.

Der in die Filterhalterung passende Glasfaserfilter hat eine Abscheideleistung von mindestens 99,95 % Rauchpartikeln.

Die Befestigung der Filterhülse muss so ausgeführt sein, dass der Filter während der Bearbeitung nicht beschädigt wird und ein möglicher Staubeintrag in die Pumpe ausgeschlossen ist. Der Messfilter wird in die Filterhalterung am Ende des Probennamerohrs eingelegt.

Das Probe-Entnahmesystem muss so ausgeführt sein, dass über eine kontrollierte Beheizung der Messsonde das Unterschreiten des Taupunktes vor oder in der Filterhülse ausgeschlossen wird. Die Temperatur des Hülsenbereiches muss konstant bei 70 °C, unter Probenahmebedingungen, gehalten werden.

Geeignete Maßnahmen zum Schutz der Pumpe und des Durchflussreglers bzw. Begrenzers, gegen die Einwirkung von Staub und angesammeltem Kondensat, müssen zum Einsatz kommen.

Das gesamte Meßsystem muss, bei der Betrachtung des kompletten Meßverfahrens im Konzentrationsbereich mit einem Staubgrenzwert von 0,075 g/m³, eine Auflösung der Messergebnisse von ±0,001 g/m³ garantieren, die Genauigkeit soll bei ±0,005 g/m³ liegen.

Die mechanische Beständigkeit der Staubsammelhülse muss bei Temperaturen bis 160 °C beibehalten werden und der Masseverlust der Sammelhülse darf nicht größer als 2 mg sein.

Für die Umrechnung auf einen Sauerstoffbezugswert von 13 % $O_2$ ist der mittlere $CO_2$- oder $O_2$-Gehalt während der 30-minütigen Beladungsphase der Filterhülse zu verwenden.

## 5.5 Behandlung der Proben

a) Vor der Messung:

Die Filterhülse ist mindestens 1 h bei mindestens 105 °C bis zur Massenkonstanz zu trocknen. Anhand der unmittelbar aus dem Exsikkator entnommenen Filterhülse wird das getrocknete Leergewicht mit geeigneter Analysenwaage ermittelt und die Hülse gekennzeichnet. Die Aufbewahrung der Hülse bis zur Messung erfolgt anschließend luftdicht oder im Exsikkator.

b) Nach der Messung:

Die Filterhülse ist 1 h (-0, + 1 h) bei 105 °C (+10, -0) bis zu Massenkonstanz zu trocknen.

Anhand der unmittelbar aus dem Exsikkator entnommenen Filterhülse wird das getrocknete Gewicht mit geeigneter Analysenwaage ermittelt und die Staubmasse bestimmt.

## 5.6 Berechnung der staubförmigen Emissionen

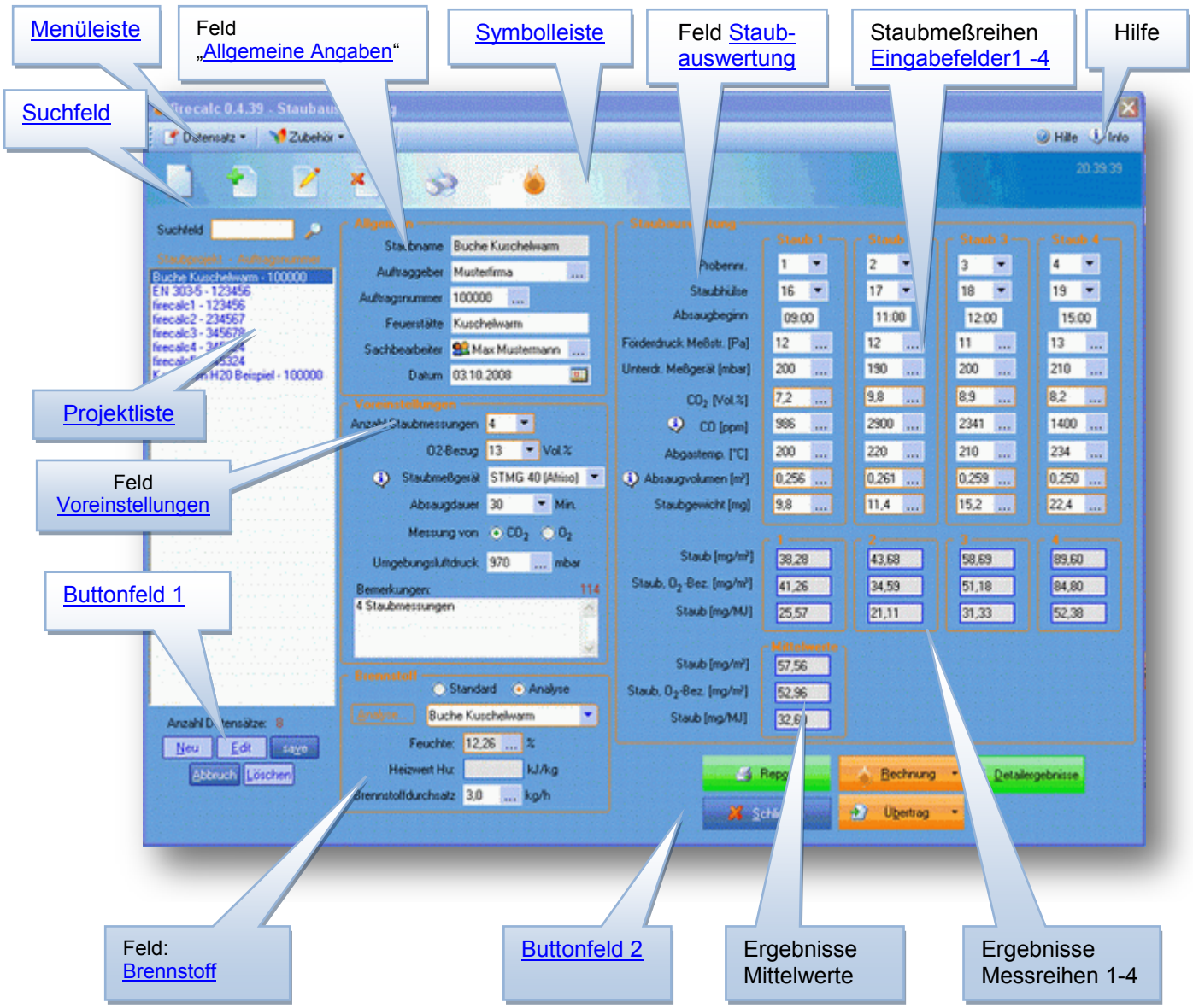
Mit dem Staubformular lassen sich gravimetrisch erfasste staubförmige Emissionen ermitteln. Hierbei wird davon ausgegangen, dass eine isokinetische oder quasisokinetischen Meßmethode bei Absaugung unter Normbedingungen (Normvolumen) vorliegt.

## 5.7 Das Staubformular

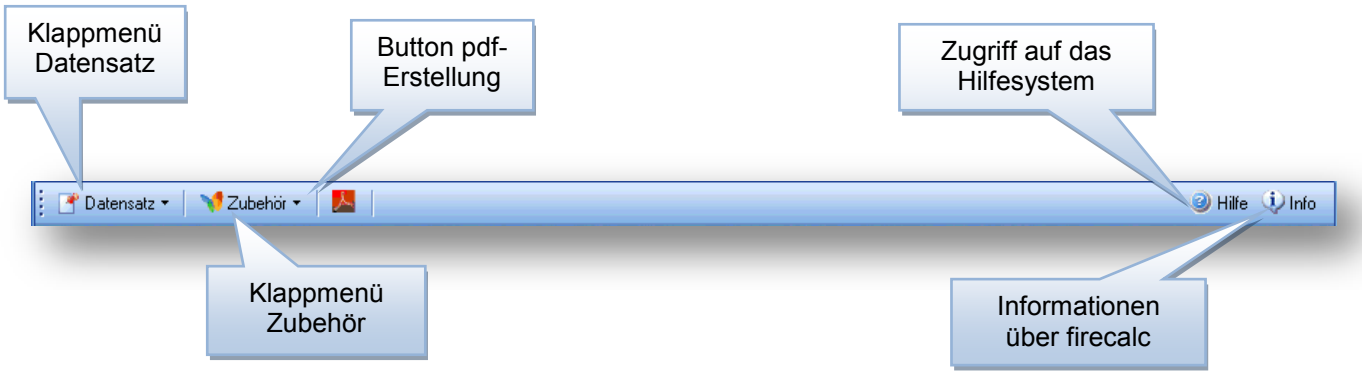
Im Folgenden werden die einzelnen Funktionen des Staubformulars erklärt. Im Falle, dass kein Normvolumen abgesaugt wird, muss das gemessene Absaugvolumen auf Normbedingungen umgerechnet werden.

### 5.7.1 Das Staubformular - Überblick

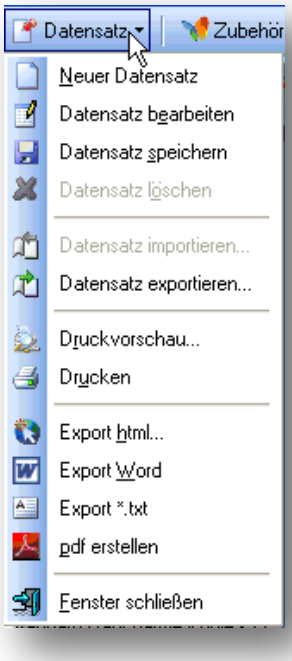
Grundsätzlicher Aufbau des Formulars:



### 5.7.2 Menüleiste



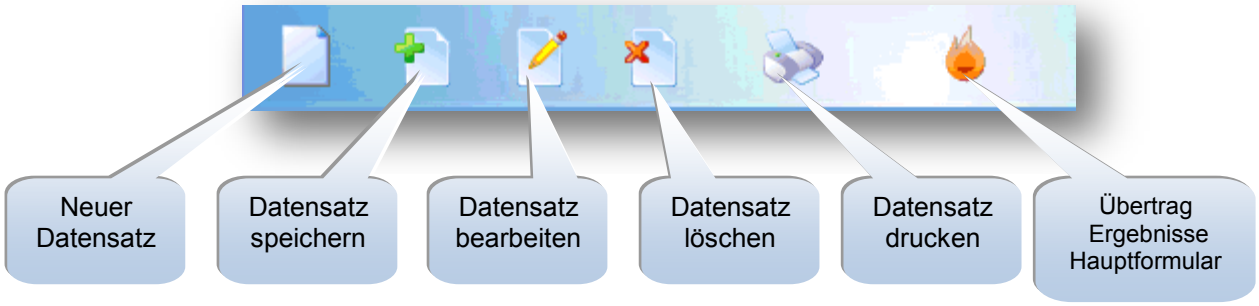

Nach der Auswahl eines der Menüpunkte „Datensatz“ oder „Zubehör“ öffnen sich Klappmenüs, mit deren Befehlen umfangreiche Funktionen ausgewählt werden können, auf die in den entsprechenden Kapiteln oder in den Beispielberechnungen eingegangen wird.




Im Menü „Datensatz“ sind nicht alle Funktionen in jedem Bearbeitungsmodus aktiv, so kann z.B. ein Datensatz nur importiert werden, wenn vorher mit „Neuer Datensatz“ die Eingabefelder frei geschaltet wurden.

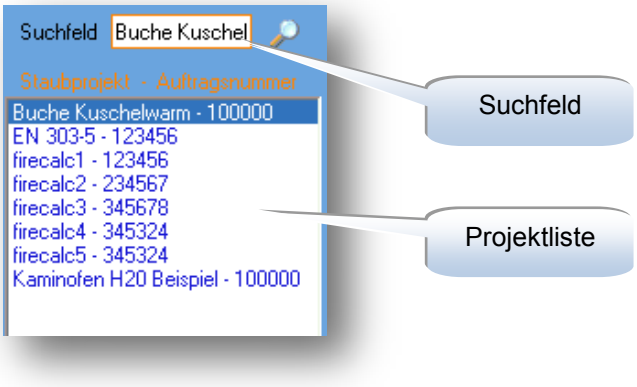
### 5.7.3 Symbolleiste

Durch die über den Eingabe- und Ergebnisfeldern angeordnete Leiste mit Schaltflächen (Buttons) können schnell unten stehende Aktionen ausgeführt werden. Es sind nicht immer alle Schaltflächen aktiv, z.B. kann ein Datensatz nur dann gespeichert werden, wenn auch Änderungen am gerade aktiven Datensatz ausgeführt worden sind.




### 5.7.4 Suchfeld und Projektliste

Mit Hilfe des Suchfelds können in der Projektliste schnell Datensätze gesucht werden. Nach Eingabe der ersten Buchstaben eines bestehenden Projektnamens in das Suchfeld erfolgt sofort die Markierung der gefunden Datensätze.




In der Projektliste werden alle Datensätze der Datenbank angezeigt. Die Auswahl erfolgt durch Anklicken. Die entsprechenden, im Datensatz abgespeicherten Daten werden in den zugehörigen Eingabefeldern angezeigt.

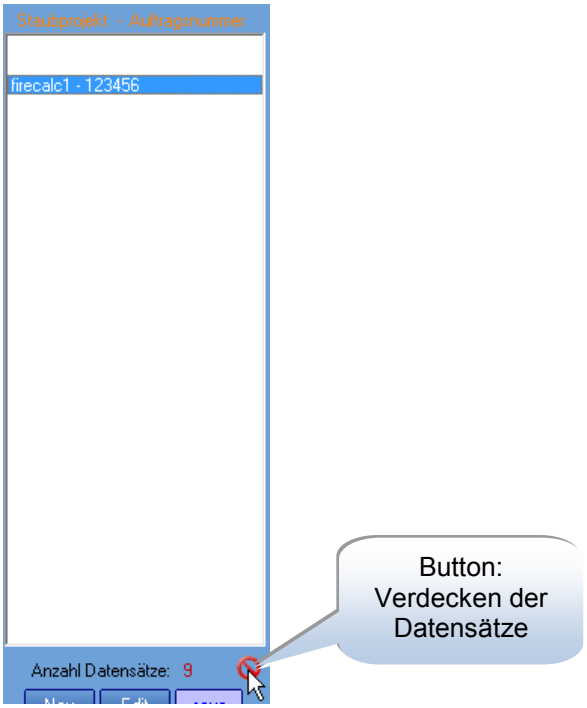
Achtung!

Wenn der aktuelle Datensatz bearbeitet wird (Funktion „Edit“) Edit oder ein neuer Datensatz erstellt wird (Funktion „Neu“) Neu wird die Projektliste gesperrt, damit durch eine unbeabsichtigte Auswahl (Anklicken) eines Eintrages in der Projektiste (also eines abgespeicherten Datensatzes) die eingegebenen Daten in den Eingabefeldern nicht überschrieben und damit gelöscht werden. Die Projektliste wird wieder nach dem Speichern des aktuellen Datensatzes (Save) save oder durch die Funktion „Abbruch“ Abbruch freigegeben.

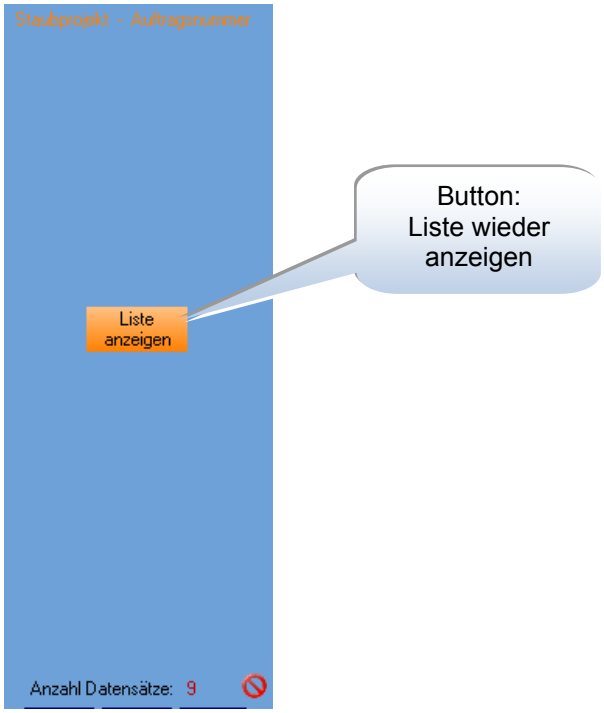
Eine gesperrte Projektliste kann dadurch erkannt werden, dass die die einzelnen Datensätze in grauer Schriftfarbe dargestellt werden.

### 5.7.5 Projektliste verbergen

Mit diesem Button können alle abgespeicherten Datensätze (Projekte) die in der Projektliste angezeigt sind, verdeckt werden. Nur der aktuell markierte Datensatz bleibt sichtbar. Die Datensätze können wieder sichtbar gemacht werde, wenn nochmals auf den Button geklickt wird.



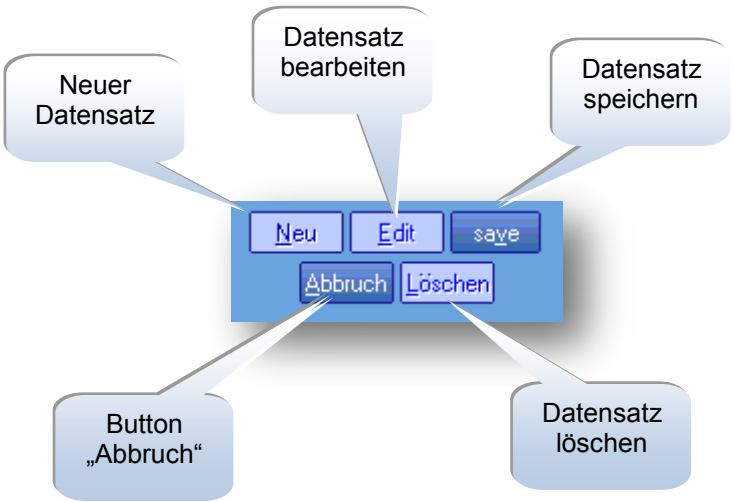

Mit nochmaligen Klick auf den Button werden die Datensätze wieder sichtbar




Im Eingabemodus (Edit oder Neu) wird bei Klick auf den Button die Liste unsichtbar. Die Liste kann mit Klick auf den Button „Liste anzeigen“ wieder sichtbar geschaltet werden.

### 5.7.6 Buttonfeld 1

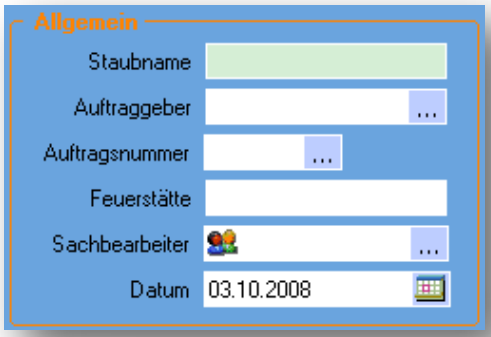
Das Buttonfeld besteht aus Buttons (Schaltflächen) mit denen sich die unten beschriebenen Aktionen ausführen lassen. Je nach Bearbeitungszustand steht nur ein Teil der Funktionen zur Verfügung. Es ist z.B. der Berechnungsbutton gesperrt, wenn noch kein Datensatz in der Projektliste ausgewählt wurde.



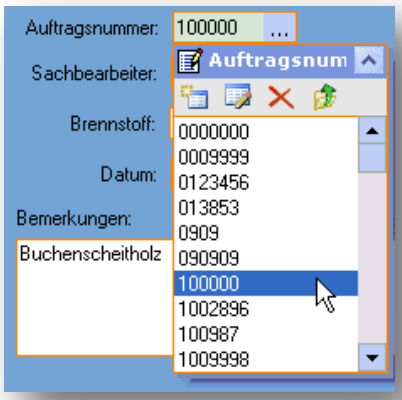

Die Befehle können neben einem Anklicken eines Buttons auch mit der Tastatur über die Tastenkombination „Alt-Unterstrichener Buchstabe“ ausgelöst werden.

### 5.7.7 Feld „Allgemeine Angaben“

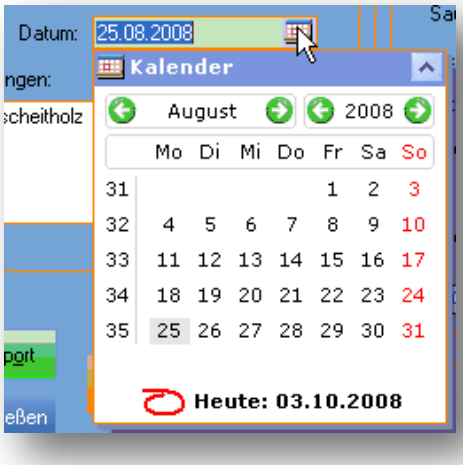
Im Feld „Allgemeine Angaben“ können allgemeine Informationen zu dem Projekt angegeben werden.




Für den Projektnamen im Feld „Staubname“ sollte ein kurzer aussagekräftiger Name ausgewählt werden. Einige Sonderzeichen werden nicht zugelassen (z.B. / oder . ) da der Projektname den Dateinamen bei der Export und Importfunktion bildet.



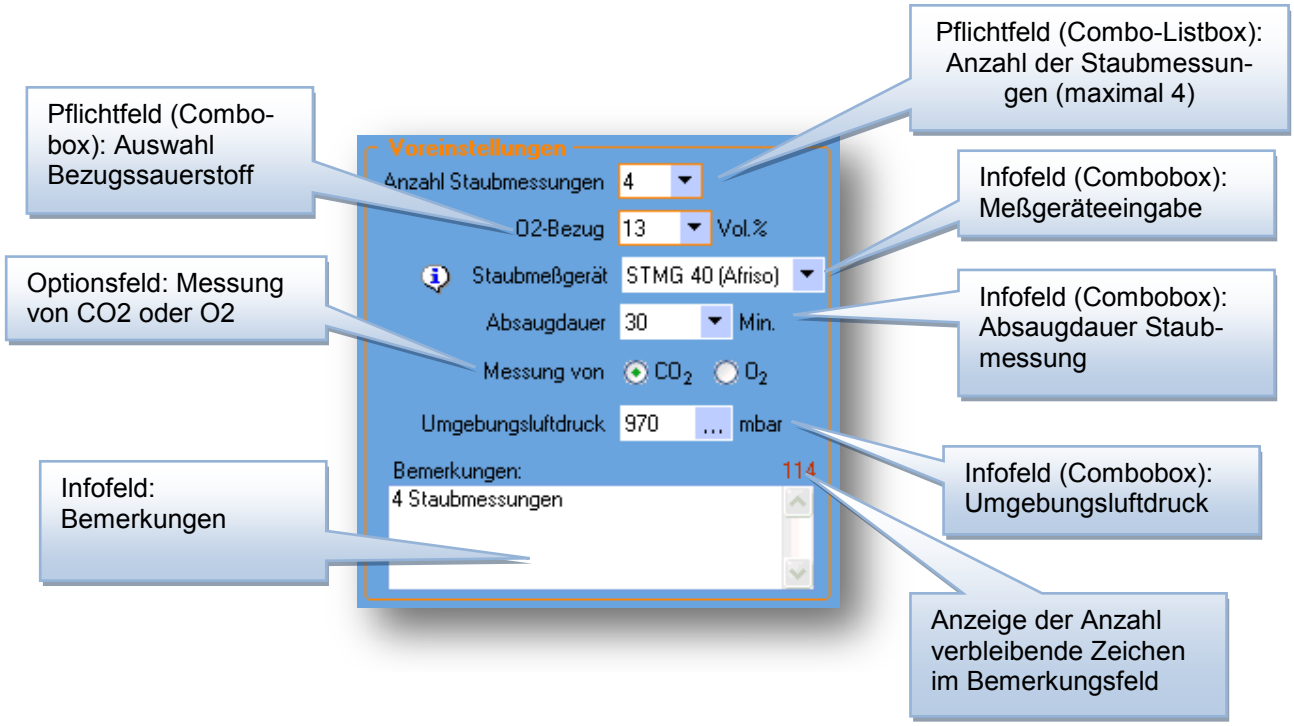

Wird hinter den Eingabefeldern auf ... geklickt, öffnet sich eine sogenannten Floskelliste in denen eine Auswahl angeboten wird. Jede Eingabe wird gespeichert und es kann später darauf zurückgegriffen werden.




Im Datumsfeld öffnet sich bei einem Klick auf das rechte „Kalendersymbol“ ein kleiner Kalender mit dem schnell ein Datum ausgewählt werden kann.

### 5.7.8 Feld „Voreinstellungen“

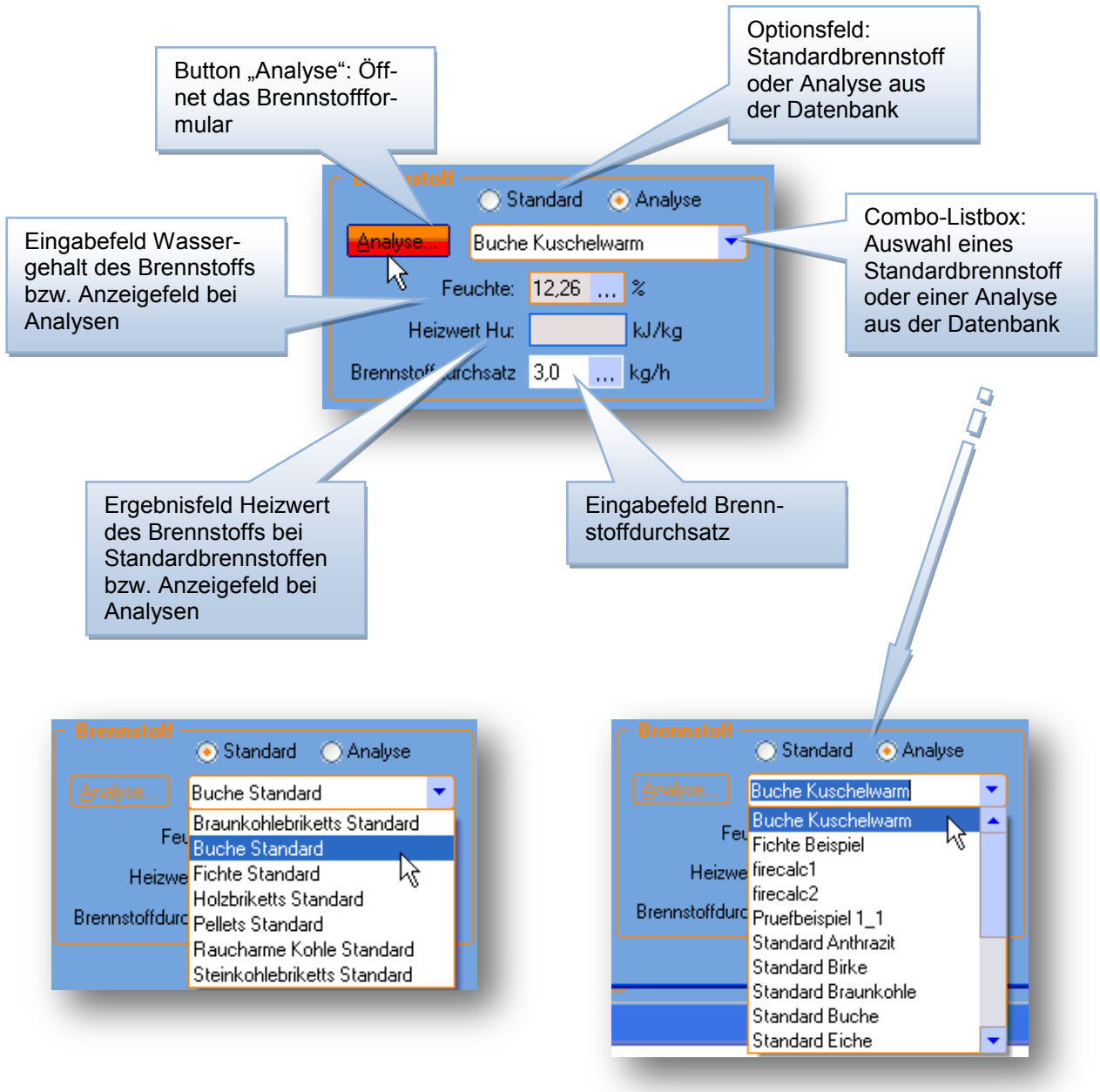
In diesem Feld müssen alle notwendigen Voreinstellungen für die Berechnung eingegeben werden. Maximal können pro Datensatz 4 einzelne Staubmessungen ausgewertet werden. Die mit Pflichtfeld deklarierten Felder benötigen zwingend eine Eingabe, da diese Daten für die Berechnung notwendig sind, Infofelder können auch frei gelassen werden.




Die Funktion der rechten Maustaste wurde für alle Bemerkungsfelder in firecalc gesperrt. Ursache hierfür ist, dass bei einem Copy & Paste Vorgang (*Kopieren und Einfügen*) z.B. aus einem Text einer Textverarbeitung unsichtbare Steuerzeichen in das Textfeld eingefügt werden können, wodurch es zu Problemen bei der Speicher- oder Export/Importfunktion geführt hatte. Bitte auch keine Texte mittels der Tastenkombination „Strg V“ in die Bemerkungstextfelder einfügen!

### 5.7.9 Feld „Brennstoff“

Im diesem Feld muss der Brennstoff ausgewählt werden. Es können nur feste Brennstoffe, entweder Standardbrennstoffe mit Eingabe des Wassergehaltes oder in der Brennstoffdatenbank gespeicherte Brennstoffanalysen ausgewählt werden. Bei Auswahl einer vorher eingegebenen Analyse werden der Wassergehalt und der Heizwert aus der Datenbank in den entsprechenden Feldern angezeigt. Der Brennstoffdurchsatz wird für die Brennstoffberechnung benötigt.



## 5.7.10 Feld Staubauswertung

### 5.7.10.1 Eingabefelder

Im oberen Bereich dieses Feldes müssen die Messwerte der Stauberfassung eingegeben werden. Abhängig von dem im Feld Voreinstellungen bei „Anzahl Staubmessungen“ angegebenen Wert, werden 1 bis maximal 4 Spalten mit Eingabefeldern angezeigt. Im Beispiel unten sind es 4 Meßreihen. Folgende Werte müssen in Pflichtfelder, die mit einem roten Rahmen versehen sind bzw. informative Daten (weiße Rahmen) eingegeben werden.

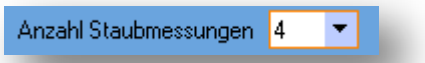
Die Angaben bzw. Werte für
- Probennummer
- Staubhülse
- Absaugbeginn
- Mittelwert Förderdruck in der Meßstrecke in Pa
- Maximaler Unterdruck des Meßgerätes (je nach Meßgerätetyp, Bedienungsanleitung beachten)
- Mittelwert Abgastemperatur in der Meßstrecke in °C (informativ, zulässige Temperaturen des Staubmeßgerätes bzw. der Staubfilter beachten, ggf. Kühler vorschalten)

sind informelle Daten und werden für die Berechnung nicht benötigt.

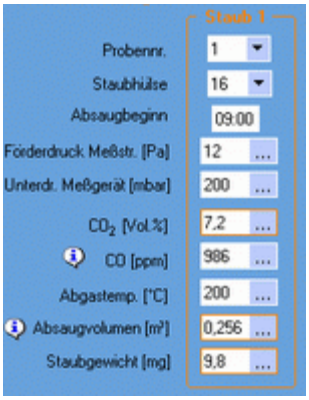
Die Werte für:
- Mittelwert Kohlendioxid $CO_2$ in Vol.% bzw. Restsauerstoff $O_2$ während der Staubmeßzeit/Staubabzugzeit
- Mittelwert Kohlenmonoxid CO in ppm während der Staubmeßzeit/Staubabzugzeit (nur für Bewertung des Staubgehaltes in mg/MJ notwendig, Eingabe 0 ppm zulässig)
- Absaugvolumen des Meßgerätes während der Staubmeßzeit/Staubabzugzeit (gemäß Benutzerhandbuch, Kalibrierkurve beachten). Falls das Meßgerät keine Regelung für eine Absaugung nach Normbedingungen (1013,25 mbar, 273 K) aufweist, muss das Absaugvolumen auf Normbedingungen umgerechnet werden
- Gewicht des ermittelten Staubes in dem Staubfilter im mg

werden für die Berechnung benötigt.

In dem Eingabefeld „Absaugvolumen“ muss das Absaugvolumen unter Normbedingungen eingegeben werden (1013 Pa, 273 K). Die Angaben des Messgerätes sollten beachtet werden.



Anzahl Staubmessungen: 1




Anzahl Staubmessungen: 2

Anzahl Staubmessungen: 3

Staub 1
Staub 2
Staub 3
Probennr. 1 2 3
Staubhülse 16 17 18
Absaugbeginn 09:00 11:00 12:00
Förderdruck Meßstr. [Pa] 12 12 11
Unterdr. Meßgerät [mbar] 200 190 200
CO2 [Vol.%] 7,2 9,8 8,9
CO [ppm] 986 2900 2341
Abgastemp. [°C] 200 220 210
Absaugvolumen [m³] 0,256 0,261 0,259
Staubgewicht [mg] 9,8 11,4 15,2

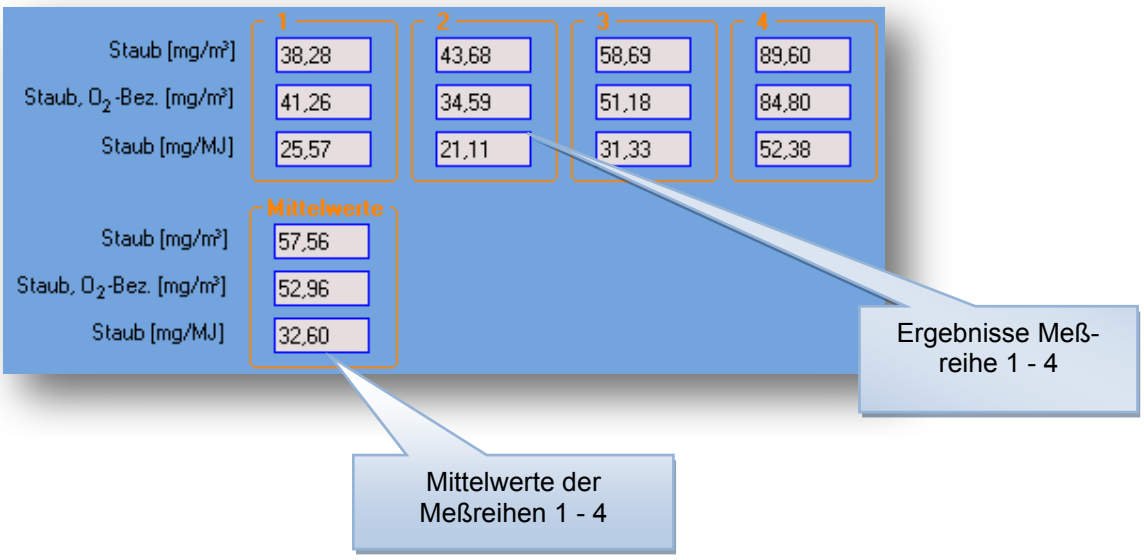
### 5.7.10.2 Ergebnisse

Folgende Daten werden berechnet:

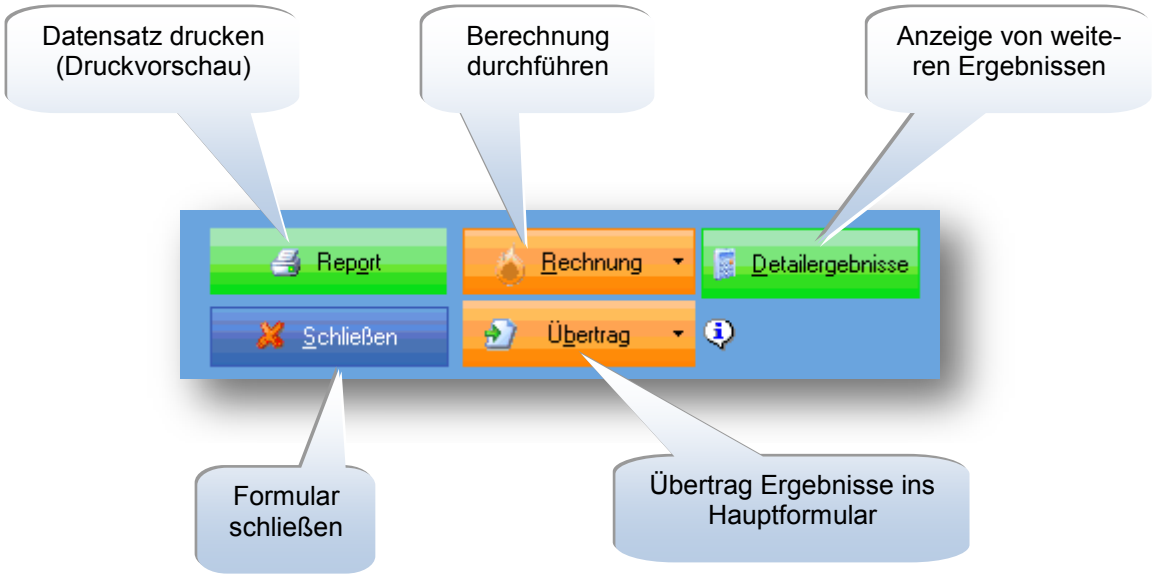
In den oberen Feldern, je nach voreingestellten Messungen ( 1- max 4) die Ergebnisse der staubförmigen Emissionen

1. Staub in mg/m³ ohne Berücksichtigung eines Bezugssauerstoffs
2. Staub in mg/m³ mit Berücksichtigung des im Feld Voreinstellungen bei $0_2$-Bezug eingegebenen Bezugssauerstoffs
3. Staub in mg/MJ mit Bezug auf die Energie im Abgasvolumenstrom z.B. für das Bestimmungsland Österreich

Im unteren einzelnen Feld werden die die Mittelwerte der Berechnung angezeigt. Das Mittelwertergebnis Staub in mg/m³ (ohne $O_2$-Bezug) kann mittels des Buttons (Befehlsschaltfläche) "Übertrag" in das Hauptformular übertragen werden (entweder einer der maximal vier möglichen Messungen oder der Mittelwert aller vier Messungen). Weiteres siehe im Abschnitt „Button Übertrag“



### 5.7.10.3 Buttonfeld 2




### 5.7.10.4 Button „Rechnung“

Erst nach Eingabe aller notwenigen Daten sollte eine Berechnung durchgeführt werden. Bei fehlerhaften Eingaben (z.B. $CO_2$ = 0 Vol.%) öffnet sich ein Meldungsfenster, mit dem Hinweis welche Daten noch benötigt werden.

### 5.7.10.5 Button „Übertrag“

Nachdem eine Berechnung durchgeführt worden ist und wenn im Hauptformular die Eingabefelder zur Bearbeitung frei sind (Neu- oder Editmodus) können einzelne Ergebnisse oder der Mittelwert ins Hauptformular übertragen werden.

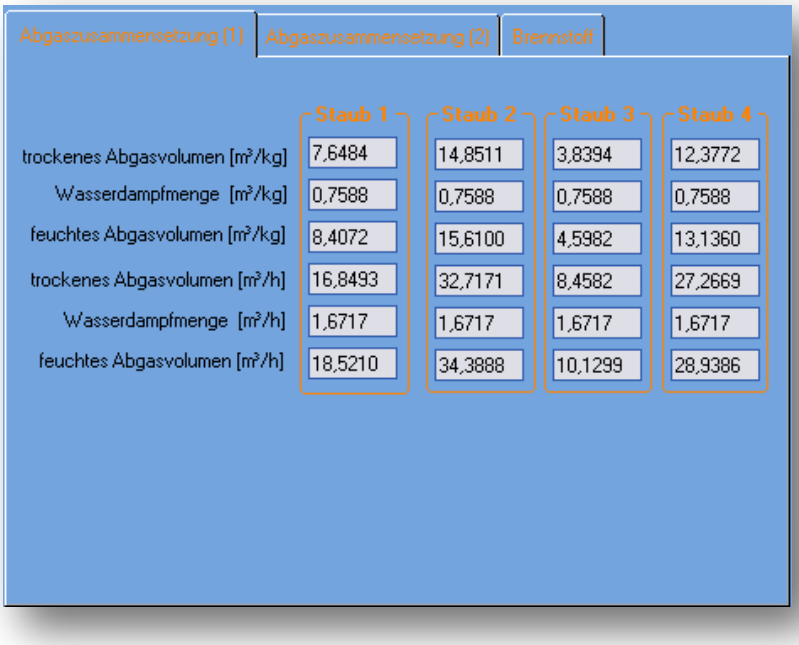
Durch mittigen Klick auf den Button "Übertrag" wird der Mittelwert der Staubmessungen (Staub in mg/m³ ohne Berücksichtigung eines Bezugssauerstoffs) sowie der $CO_2$-Wert ins Hauptformular (in die gerade offene Meßreihe) übertragen.

Durch Klick auf den rechts im Button dargestellten Pfeil öffnet sich ein pop-up Menü in dem ausgewählt werden kann, welche der bis zu 4 Einzelmessungen ins Hauptformular übertragen werden soll (ins Hautformulareingabefeld „Staub“).

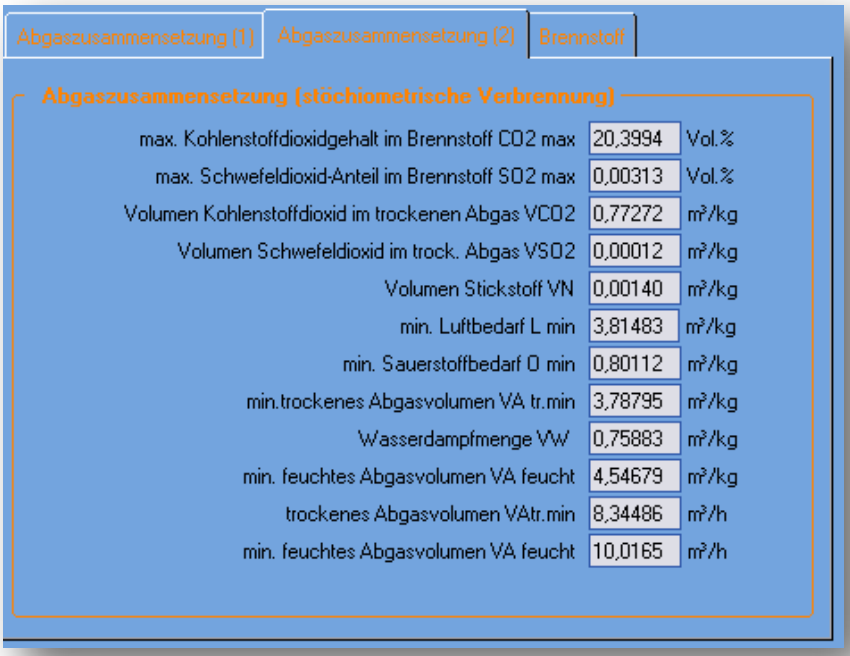
### 5.7.10.6 Button „Detailergebnisse“

Nach einer Berechnung können umfangreiche Detailergebnisse durch Auswahl des Buttons "Detailergebnisse" angesehen werden. Das Feld Staubauswertung wird durch ein Feld mit 3 „Tabs“ (Registerkarten) ersetzt.

Im linken Tab „Abgaszusammensetzung 1“ sind die Ergebnisse der Abgaszusammensetzung je Staubmessung angegeben.



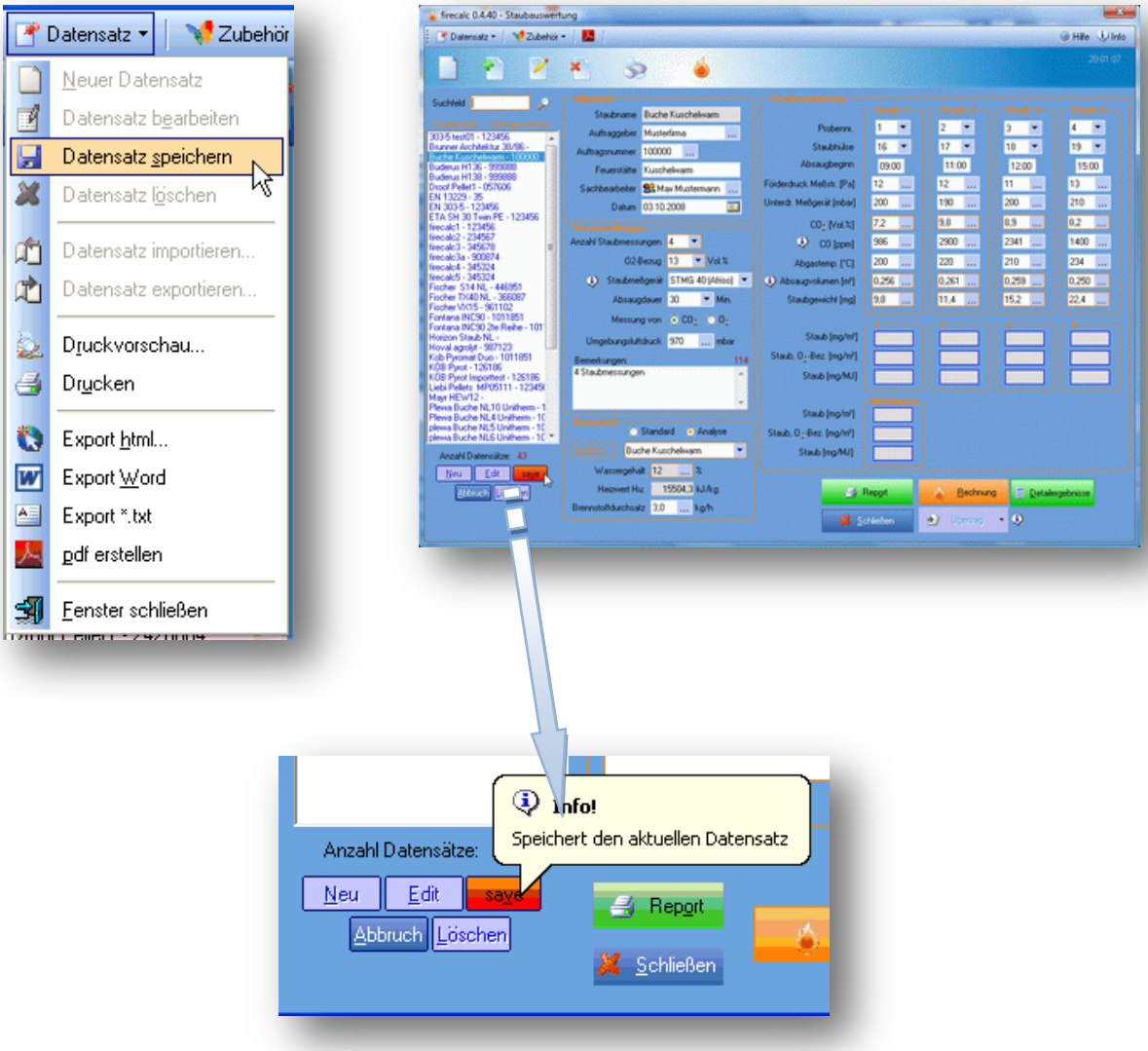

Im mittleren Tab „Abgaszusammensetzung 2“ werden weitere brennstoffbezogene Ergebnisse der Abgaszusammensetzung dargestellt.


Abgaszusammensetzung (1)
Abgaszusammensetzung (2)
Brennstoff
Abgaszusammensetzung (stöchiometrische Verbrennung)
max. Kohlenstoffdioxidgehalt im Brennstoff CO2 max 20,3994 Vol.%
max. Schwefeldioxid-Anteil im Brennstoff SO2 max 0,00313 Vol.%
Volumen Kohlenstoffdioxid im trockenen Abgas VCO2 0,77272 m³/kg
Volumen Schwefeldioxid im trock. Abgas VSO2 0,00012 m³/kg
Volumen Stickstoff VN 0,00140 m³/kg
min. Luftbedarf L min 3,81483 m³/kg
min. Sauerstoffbedarf O min 0,80112 m³/kg
min.trockenes Abgasvolumen VA tr.min 3,78795 m³/kg
Wasserdampfmenge VW 0,75883 m³/kg
min. feuchtes Abgasvolumen VA feucht 4,54679 m³/kg
trockenes Abgasvolumen VAtr.min 8,34486 m³/h
min. feuchtes Abgasvolumen VA feucht 10,0165 m³/h

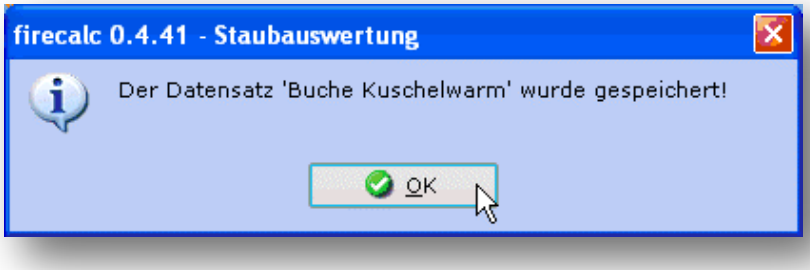
Im rechten Tab „Brennstoff“ die Zusammensetzung des gewählten Brennstoffs. Weitere Erläuterungen siehe im Kapitel „Brennstoff-Formular“.

### 5.7.11 Speichern eines Datensatzes

Im Menü „Datensatz“ „Datensatz speichern“ oder im Buttonfeld unten links „save“ auswählen. Vor dem Speichern muss zuerst eine erfolgreiche Berechnung durchgeführt werden. Bei der Berechnung erfolgt eine Plausibilitätskontrolle der eingegebenen Daten und des verwendeten Brennstoffs. Hierdurch wird gewährleistet, dass keine fehlerhaften oder unvollständigen Datensätze in die Datenbank gespeichert werden.



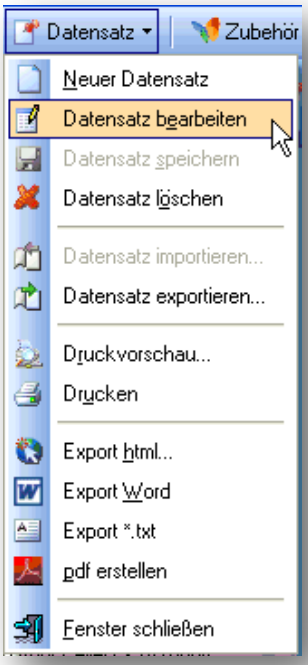

Nach dem erfolgreichen Speichern des Datensatzes in die Datenbank öffnet sich ein Meldungsfenster. Diese Meldung mit OK schließen, der Datensatz wurde erfolgreich in die Datenbank aufgenommen.

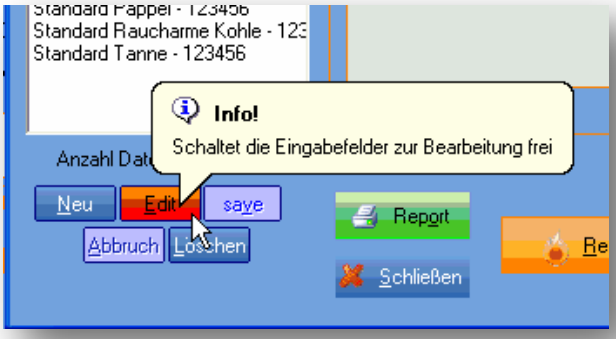



⚠ Falls der Datensatz nach dem Speichern weiter bearbeitet bzw. geändert werden soll, muss der Datensatz in der Projektliste nochmals ausgewählt werden!

### 5.7.12 Editieren (bearbeiten ,ändern) eines Datensatzes

Im Menü „Datensatz“ „Datensatz editieren“ oder im Buttonfeld unten links „Edit“ auswählen:

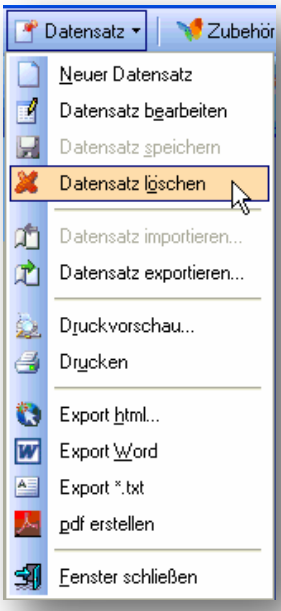



Die Eingabefelder werden für eine Bearbeitung freigeschaltet. Nach dem Ändern der Daten kann der Datensatz wie oben beschrieben gespeichert werden.

### 5.7.13 Löschen eines Datensatzes

Datensatz in der Projektliste auswählen und anschließend im Menü „Datensatz“ „Datensatz löschen“ oder im Buttonfeld unten links „Löschen“ auswählen:

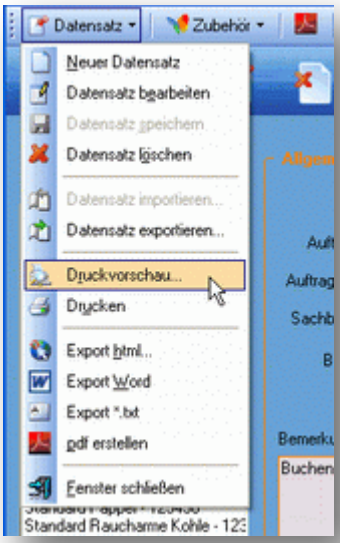


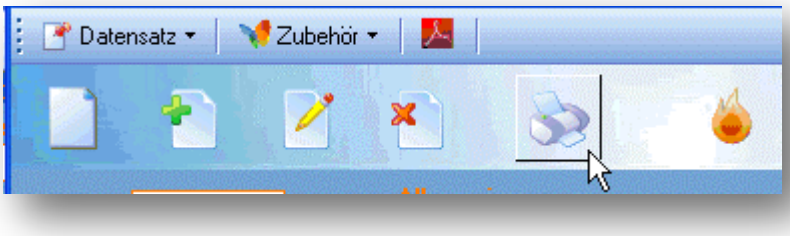
Nach erfolgreichem Löschvorgang des Datensatzes erfolgt ein Meldungsfenster. Dieses bitte mit „OK“ bestätigen. Der Datensatz wurde erfolgreich aus der Datenbank entfernt. Einige Musterdatensätze dienen als Vorlage und können nicht aus der Datenbank entfernt werden.

### 5.7.14 Drucken eines Datensatzes

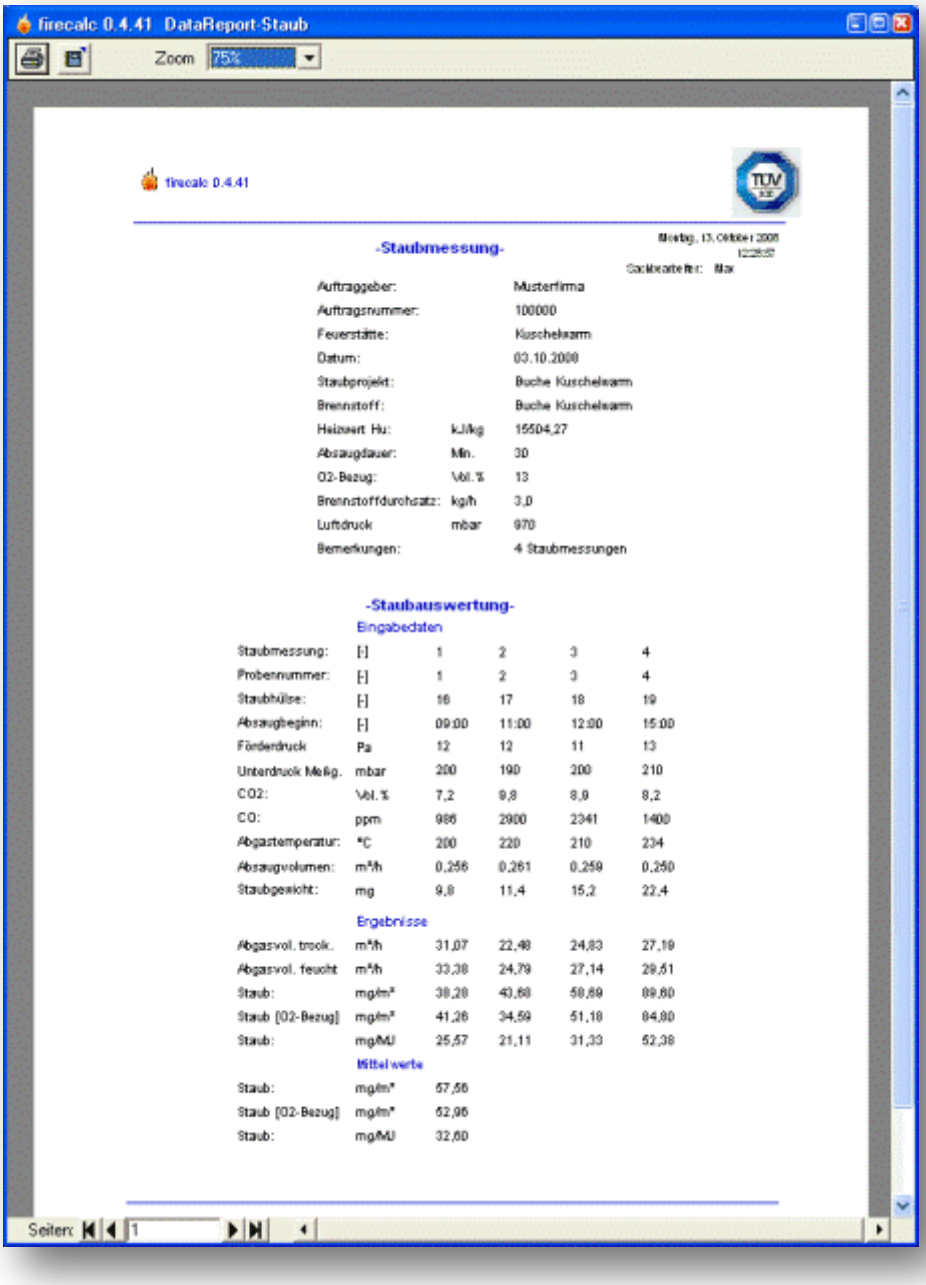
Ein Ausdruck kann nur erstellt werden, wenn eine Berechnung erfolgt ist. Damit soll sichergestellt werden, dass Eingaben und Ergebnis übereinstimmen und die Berechnung nachvollziehbar ist. Anschließend in der Menüleiste „Drucken“ für einen Direktausdruck auf den Standarddrucker oder „Druckvorschau“ auswählen zum Anzeigen einer Druckvorschau und der Möglichkeit einen Drucker auszuwählen.

Die Druckvorschau kann auch alternativ über die grüne Schaltfläche „Report“ oder durch Anklicken des Druckersymbols in der Symbolleiste ausgelöst werden.





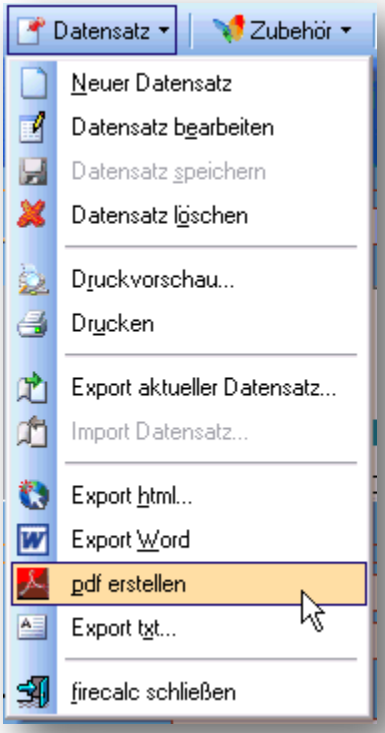

Die Druckvorschau:



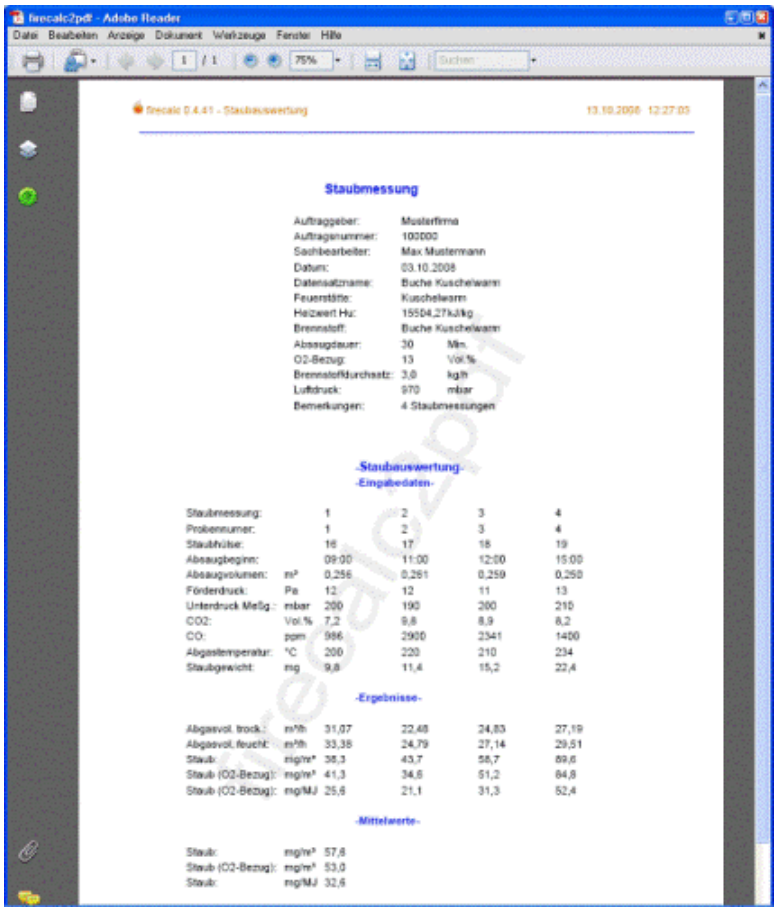

Im Fenster „Druckvorschau“ lassen sich weitere Funktionen ausführen. In der Menüleiste oben links im Menüpunkt „Zoom“ kann die Druckvorschau vergrößert oder verkleinert werden. Daneben können weitere Ausgabeformate wie eine html- oder txt-Datei erstellt werden. Die Dialoge sind weitestgehend selbsterklärend.

### 5.7.15 Erstellung einer pdf-Datei

Die Erstellung einer pdf-Datei kann ausgelöst werden, in dem in der Menüleiste „Datensatz“ -> „pdf-Erstellung“ geklickt wird. Dies kann auch durch Klicken in der oberen Menüleiste auf das pdf-Symbol ausgelöst werden.

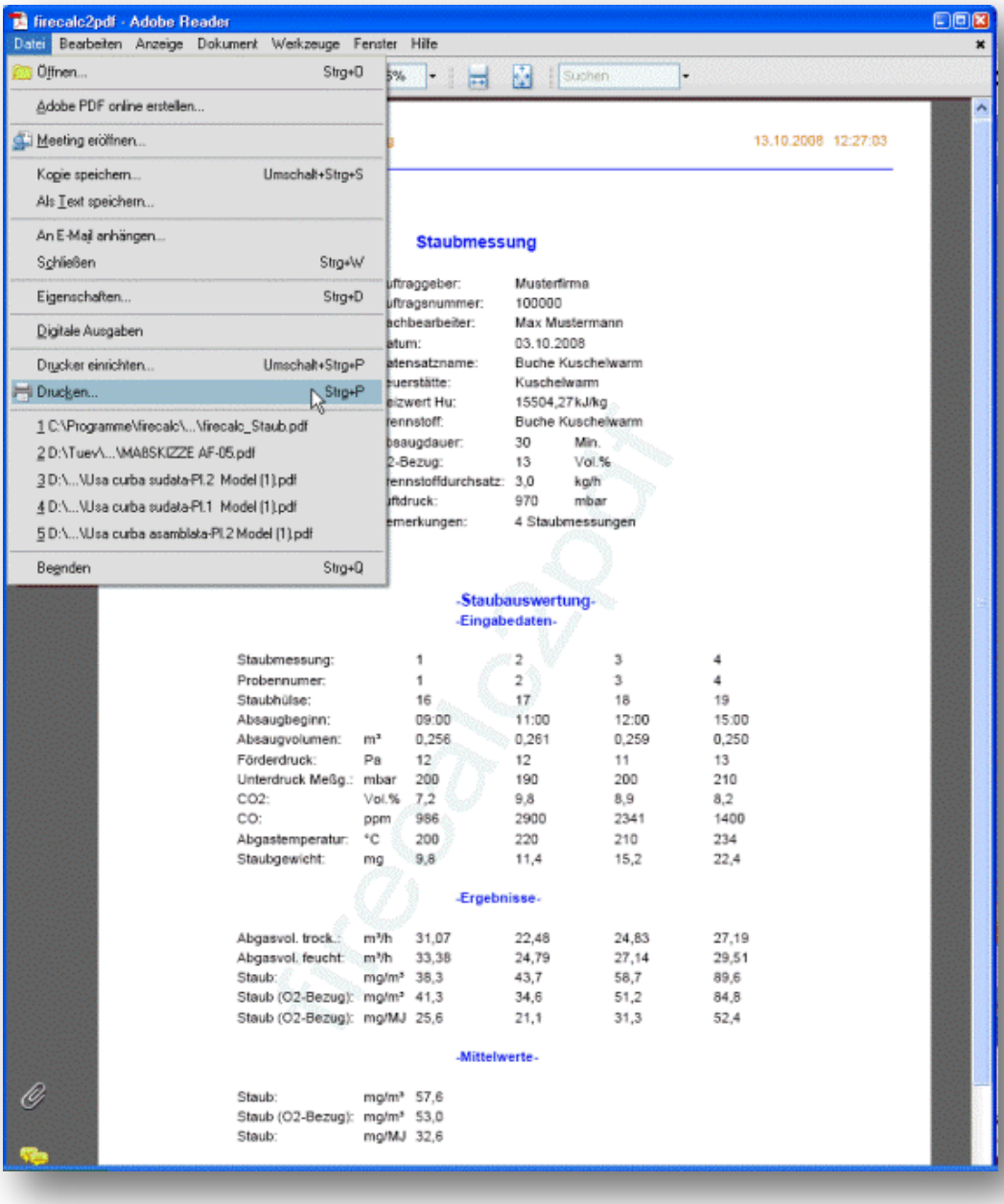


Für die Anzeige der Daten wird der kostenlose Adobe Reader benötigt. Unter der Internetadresse http://www.adobe.com können Sie ihn herunterladen. Der Adobe Reader öffnet sich mit einem Vorschaufenster:



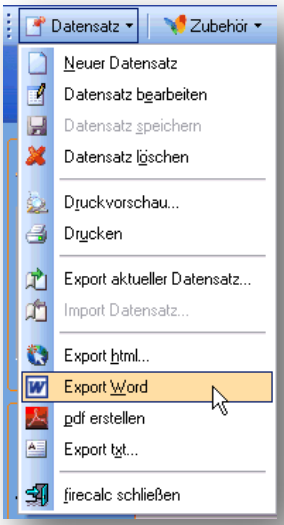
Hinweis

Im Falle, dass die pdf-Erstellung von firecalc unter Microsoft Windows Vista ausgeführt wird, ist es notwendig, dass firecalc als Administrator ausgeführt wird (rechter Mausklick auf das Flammensymbol und „Als Administrator ausführen“ mit der linken Maustaste anklicken).

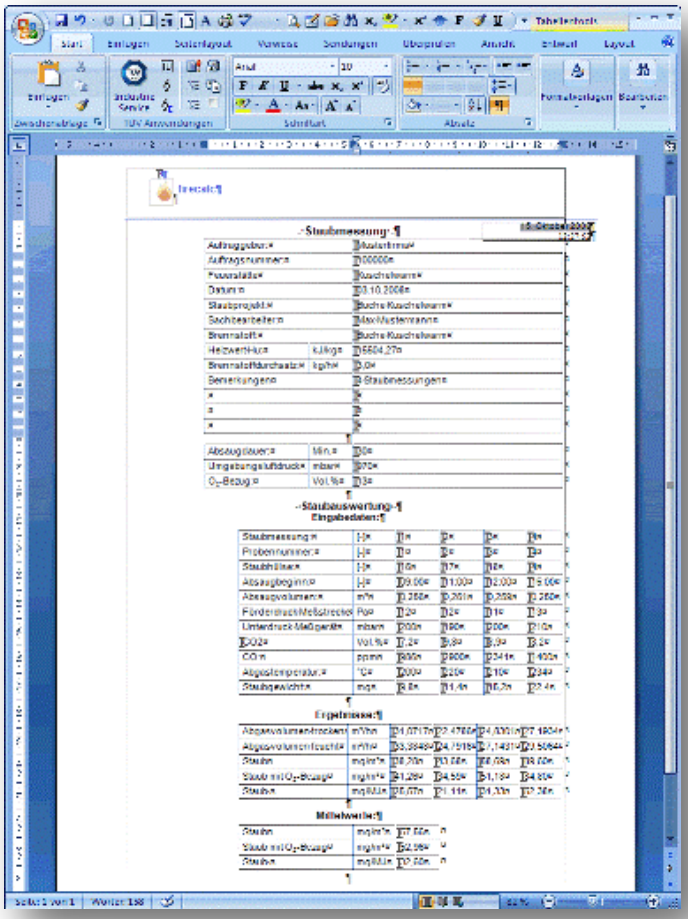


### 5.7.16 Erstellung einer Microsoft Word-Datei

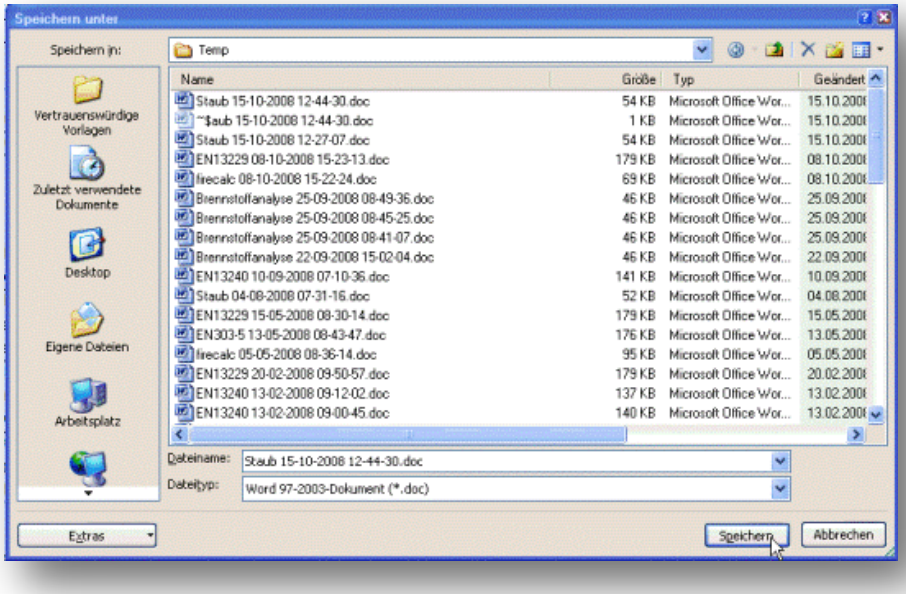
Die Erstellung einer Microsoft Word-Datei kann durch Auswahl in der Menüleiste „Datensatz“ -> „Export-Word“ ausgelöst werden. Hierfür muss Microsoft-Word auf Ihrem PC vorhanden sein, ansonsten erfolgt eine Fehlermeldung und der Abbruch dieser Funktion. Diese Funktion wurde für Microsoft Word 2003 erstellt. Ist auf dem PC z.B. Microsoft Word 2007 installiert kann es zu einer Word Fehlermeldung und Fehlfunktionen kommen.




**firecalc** öffnet automatisch Microsoft Word und überträgt die Daten in ein neues Word-Dokument:



Das Word-Dokument wird in das temporäre Standardverzeichnis gespeichert. Der Dateiname setzt sich aus dem Erstellungsdatum und der Uhrzeit zusammen und sollte in Word mit "Speichern unter" in das gewünschte Zielverzeichnis gespeichert werden.

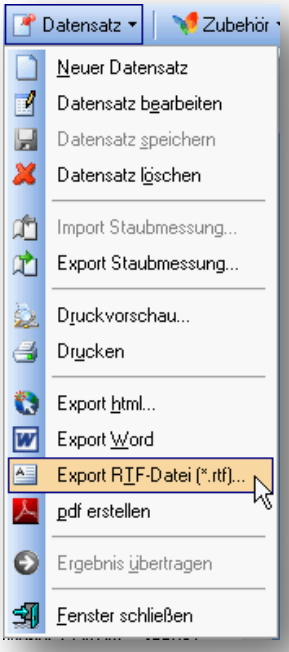

Speichern unter
Speichern in:
Temp
Vertrauenswürdige Vorlagen
Zuletzt verwendete Dokumente
Desktop
Eigene Dateien
Arbeitsplatz
Name
Größe
Typ
Geändert
Staub 15-10-2008 12-44-30.doc 54 KB Microsoft Office Wor... 15.10.200
~$aub 15-10-2008 12-44-30.doc 1 KB Microsoft Office Wor... 15.10.200
Staub 15-10-2008 12-27-07.doc 54 KB Microsoft Office Wor... 15.10.200
EN13229 08-10-2008 15-23-13.doc 179 KB Microsoft Office Wor... 08.10.200
firecalc 08-10-2008 15-22-24.doc 69 KB Microsoft Office Wor... 08.10.200
Brennstoffanalyse 25-09-2008 08-49-36.doc 46 KB Microsoft Office Wor... 25.09.200
Brennstoffanalyse 25-09-2008 08-45-25.doc 46 KB Microsoft Office Wor... 25.09.200
Brennstoffanalyse 25-09-2008 08-41-07.doc 46 KB Microsoft Office Wor... 25.09.200
Brennstoffanalyse 22-09-2008 15-02-04.doc 46 KB Microsoft Office Wor... 22.09.200
EN13240 10-09-2008 07-10-36.doc 141 KB Microsoft Office Wor... 10.09.200
Staub 04-08-2008 07-31-16.doc 52 KB Microsoft Office Wor... 04.08.200
EN13229 15-05-2008 08-30-14.doc 179 KB Microsoft Office Wor... 15.05.200
EN303-5 13-05-2008 08-43-47.doc 176 KB Microsoft Office Wor... 13.05.200
firecalc 05-05-2008 08-36-14.doc 95 KB Microsoft Office Wor... 05.05.200
EN13229 20-02-2008 09-50-57.doc 179 KB Microsoft Office Wor... 20.02.200
EN13240 13-02-2008 09-12-02.doc 137 KB Microsoft Office Wor... 13.02.200
EN13240 13-02-2008 09-00-45.doc 140 KB Microsoft Office Wor... 13.02.200
Dateiname:
Staub 15-10-2008 12-44-30.doc
Dateityp:
Word 97-2003-Dokument (*.doc)
Extras
Speichern
Abbrechen

Achtung, im Speichern-Menü von Word wird als Dateityp die Word-Dokumentvorlage *.dot automatisch vorgeschlagen. Dies sollte in *.doc geändert werden.

### 5.7.17 Erstellung einer rtf-Textdatei (.rtf)

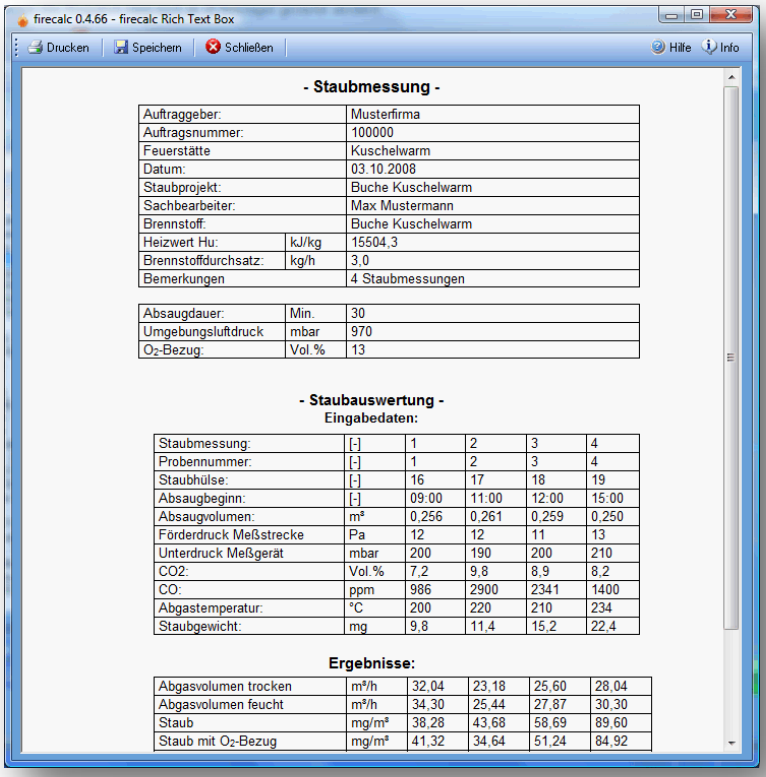
RTF ist die Abkürzung für "Rich Text Format" auf Deutsch "erweitertes Textformat". RTF ist ein spezielles Dateiformat, das für den Datenaustausch formatierter Texte zwischen verschiedenen Textverarbeitungsprogrammen entwickelt wurde. Vorteil des RTF-Formates: Durch dessen Verwendung bleibt die Formatierung von Textdateien auch beim Austausch von Dokumenten zwischen Softwareprodukten unterschiedlicher Hersteller erhalten. Nachteil: Nicht alle Formatierungsmöglichkeiten komplexer Textverarbeitungen wie z.B. Microsoft Word werden berücksichtigt.

Die Erstellung einer RTF-Textdatei oder einer txt-Textdatei kann durch Auswahl in der Menüleiste „Drucken“ -> „Export RTF-Datei (*.rtf)“ ausgelöst werden.




Anschließend öffnet sich ein Vorschaufenster mit der erstellten rtf-Datei (Beispiel eine Berechnung mit flüssigen Brennstoff). In der Menüleiste oben links kann die Datei mit „Speichern“ an den gewünschten Zielort gespeichert werden. Das Vorschaufenster kann mit „Schließen“ geschlossen werden.

Aus programmtechnischen Gründen kann die Voransicht der rtf-Datei von der korrekt gespeicherten rtf-Datei abweichen.




**- Staubmessung -**

| | | |
|---|---|---|
| Auftraggeber: | | Musterfirma |
| Auftragsnummer: | | 100000 |
| Feuerstätte | | Kuschelwarm |
| Datum: | | 03.10.2008 |
| Staubprojekt: | | Buche Kuschelwarm |
| Sachbearbeiter: | | Max Mustermann |
| Brennstoff: | | Buche Kuschelwarm |
| Heizwert Hu: | kJ/kg | 15504,3 |
| Brennstoffdurchsatz: | kg/h | 3,0 |
| Bemerkungen | | 4 Staubmessungen |

| | | |
|---|---|---|
| Absaugdauer: | Min. | 30 |
| Umgebungsluftdruck | mbar | 970 |
| $O_2$-Bezug: | Vol.% | 13 |

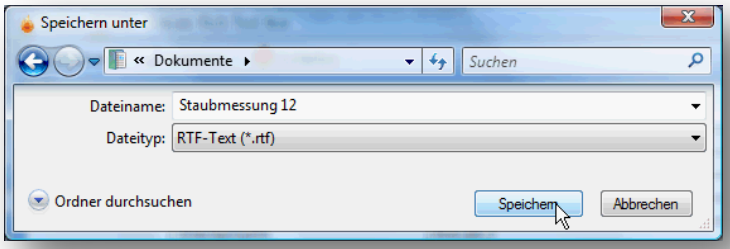
**- Staubauswertung -**
**Eingabedaten:**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Staubmessung: | [-] | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Probennummer: | [-] | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Staubhülse: | [-] | 16 | 17 | 18 | 19 |
| Absaugbeginn: | [-] | 09:00 | 11:00 | 12:00 | 15:00 |
| Absaugvolumen: | m³ | 0,256 | 0,261 | 0,259 | 0,250 |
| Förderdruck Meßstrecke | Pa | 12 | 12 | 11 | 13 |
| Unterdruck Meßgerät | mbar | 200 | 190 | 200 | 210 |
| CO2: | Vol.% | 7,2 | 9,8 | 8,9 | 8,2 |
| CO: | ppm | 986 | 2900 | 2341 | 1400 |
| Abgastemperatur: | °C | 200 | 220 | 210 | 234 |
| Staubgewicht: | mg | 9,8 | 11,4 | 15,2 | 22,4 |

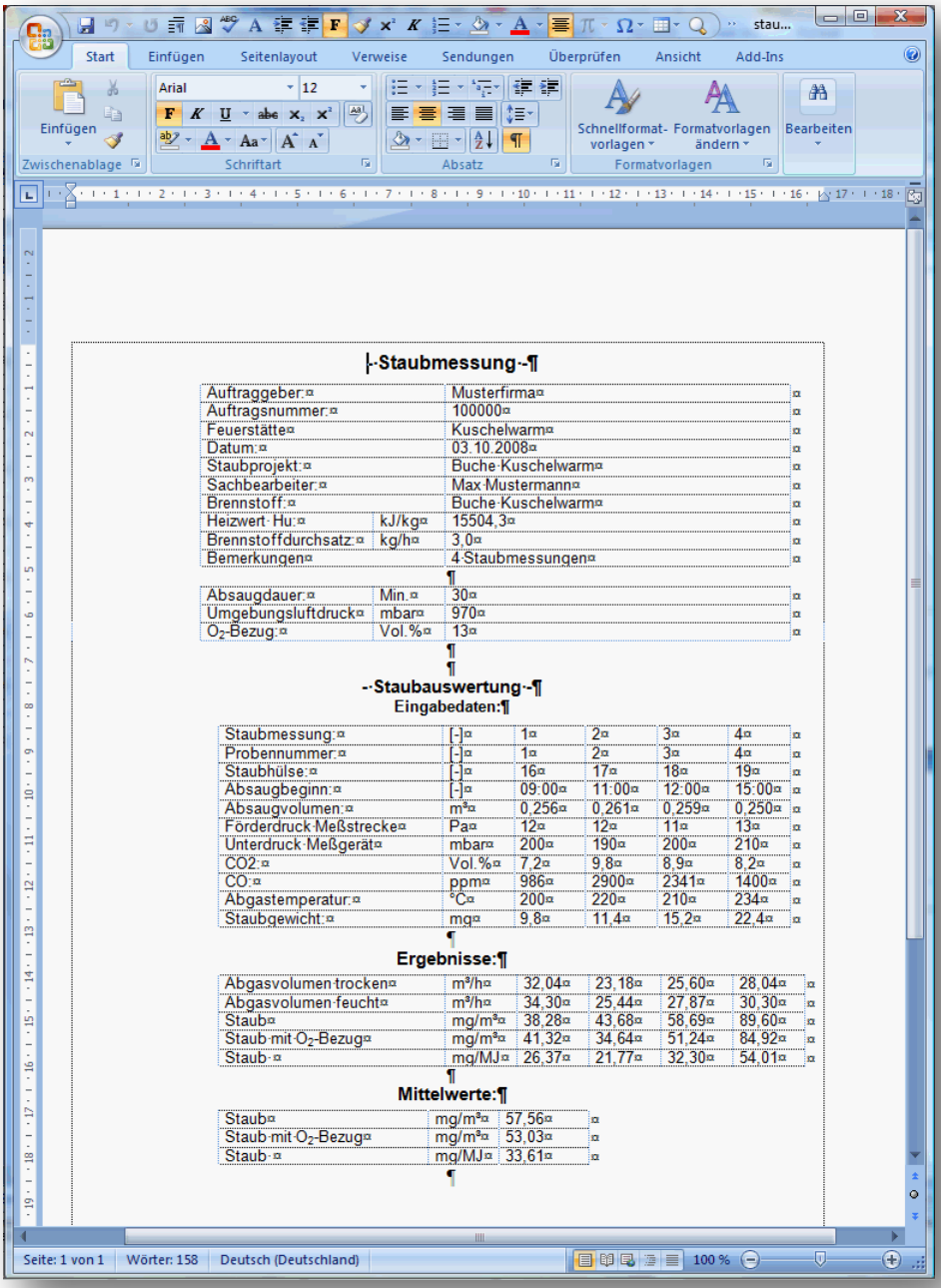
**Ergebnisse:**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Abgasvolumen trocken | m³/h | 32,04 | 23,18 | 25,60 | 28,04 |
| Abgasvolumen feucht | m³/h | 34,30 | 25,44 | 27,87 | 30,30 |
| Staub | mg/m³ | 38,28 | 43,68 | 58,69 | 89,60 |
| Staub mit $O_2$-Bezug | mg/m³ | 41,32 | 34,64 | 51,24 | 84,92 |

Der Speicherdialog der rtf-Datei:




Screenshot der rtf-Datei, geöffnet mit MS-Word:



Staubmessung

| | | |
|---|---|---|
| Auftraggeber: | | Musterfirma |
| Auftragsnummer: | | 100000 |
| Feuerstätte | | Kuschelwarm |
| Datum: | | 03.10.2008 |
| Staubprojekt: | | Buche Kuschelwarm |
| Sachbearbeiter: | | Max Mustermann |
| Brennstoff: | | Buche Kuschelwarm |
| Heizwert Hu: | kJ/kg | 15504,3 |
| Brennstoffdurchsatz: | kg/h | 3,0 |
| Bemerkungen | | 4 Staubmessungen |

| | | |
|---|---|---|
| Absaugdauer: | Min. | 30 |
| Umgebungsluftdruck | mbar | 970 |
| $O_2$-Bezug: | Vol.% | 13 |

Staubauswertung

Eingabedaten:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Staubmessung: | [-] | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Probennummer: | [-] | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Staubhülse: | [-] | 16 | 17 | 18 | 19 |
| Absaugbeginn: | [-] | 09:00 | 11:00 | 12:00 | 15:00 |
| Absaugvolumen: | m³ | 0,256 | 0,261 | 0,259 | 0,250 |
| Förderdruck Meßstrecke | Pa | 12 | 12 | 11 | 13 |
| Unterdruck Meßgerät | mbar | 200 | 190 | 200 | 210 |
| CO2: | Vol.% | 7,2 | 9,8 | 8,9 | 8,2 |
| CO: | ppm | 986 | 2900 | 2341 | 1400 |
| Abgastemperatur: | °C | 200 | 220 | 210 | 234 |
| Staubgewicht: | mg | 9,8 | 11,4 | 15,2 | 22,4 |

Ergebnisse:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Abgasvolumen trocken | m³/h | 32,04 | 23,18 | 25,60 | 28,04 |
| Abgasvolumen feucht | m³/h | 34,30 | 25,44 | 27,87 | 30,30 |
| Staub | mg/m³ | 38,28 | 43,68 | 58,69 | 89,60 |
| Staub mit $O_2$-Bezug | mg/m³ | 41,32 | 34,64 | 51,24 | 84,92 |
| Staub | mg/MJ | 26,37 | 21,77 | 32,30 | 54,01 |

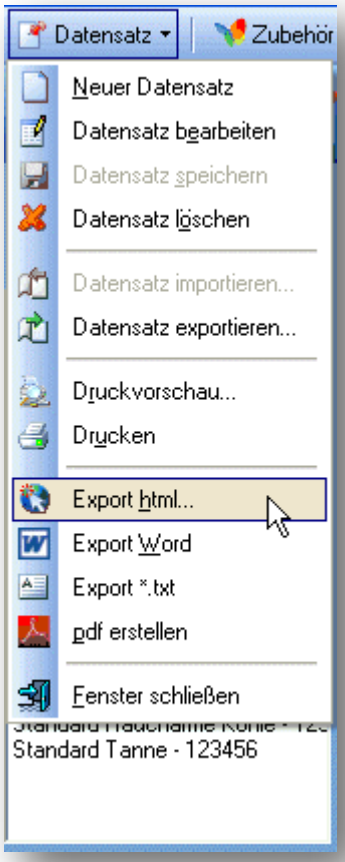
Mittelwerte:

| | | |
|---|---|---|
| Staub | mg/m³ | 57,56 |
| Staub mit $O_2$-Bezug | mg/m³ | 53,03 |
| Staub | mg/MJ | 33,61 |

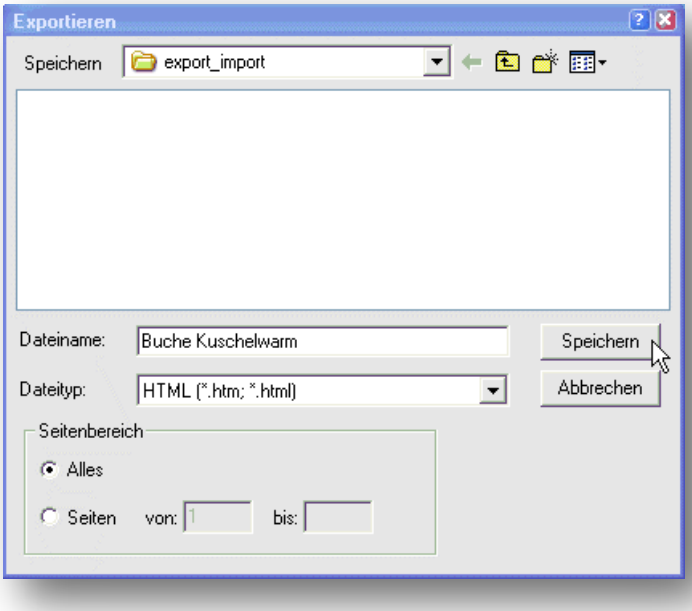
Neben der Möglichkeit die Datei zu speichern, können die Daten aus dem Vorschaufenster auch mit Paste & Copy markiert, in die Zwischenablage gespeichert und z.B. in ein Dokument einer Textverarbeitungssoftware eingefügt werden.

### 5.7.18 Erstellung einer html-Datei (*.html)

Die Erstellung einer html-Datei kann durch Auswahl in der Menüleiste „Datensatz“ -> „Export html“ ausgelöst werden.




Anschließend öffnet sich ein Dialogfenster in dem der gewünschte Dateiname und der Speicherort der erstellten Datei ausgewählt werden kann.

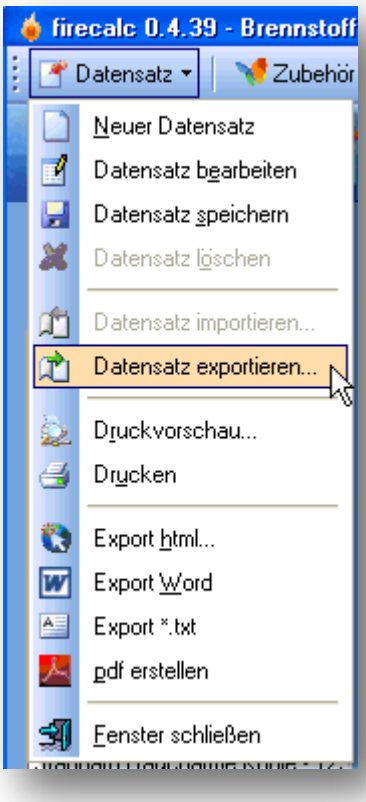


### 5.7.19 Export und Import von Datensätzen

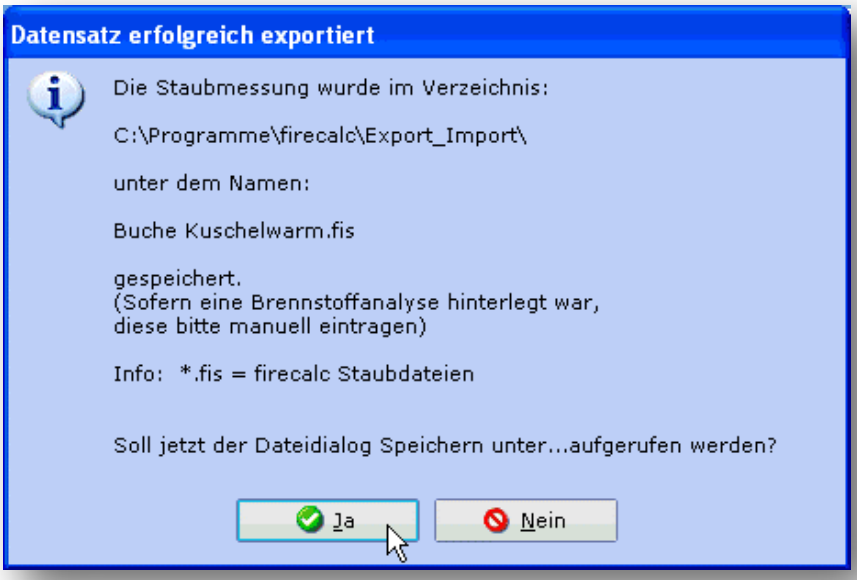
Mit dieser Funktion können firecalc- Datensätze z.B. zwischen unterschiedlichen Computern ausgetauscht oder eine Sicherung des Datensatzes ausgeführt werden.

#### 5.7.19.1 Exportieren von Datensätzen

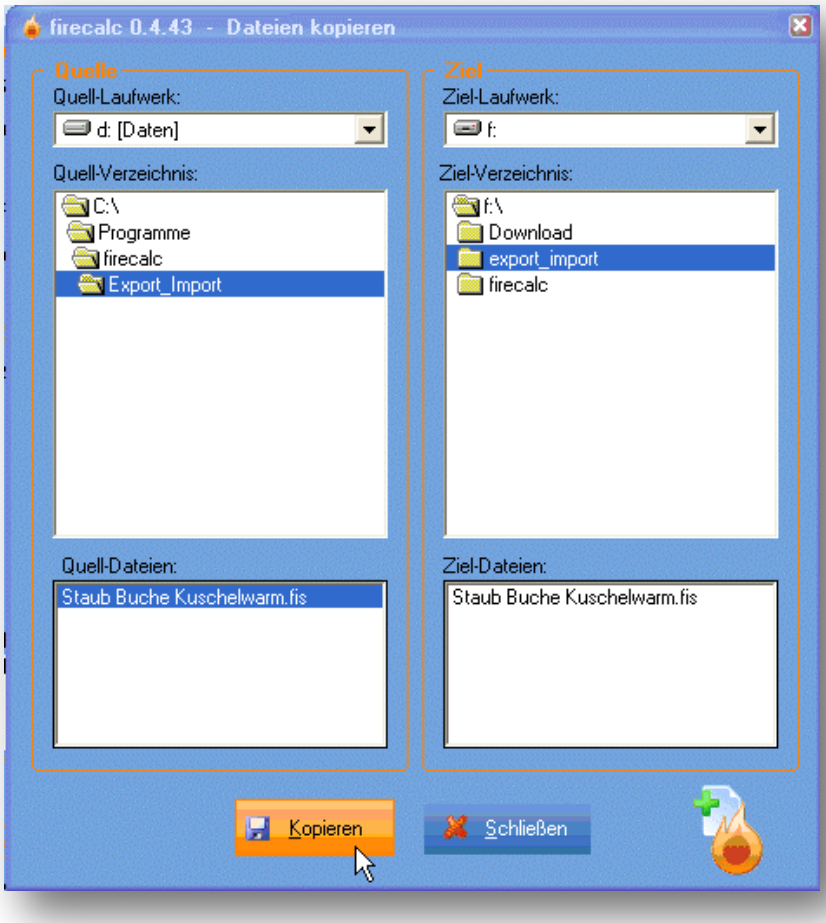
Den zu exportierenden Datensatz in der Projektliste auswählen. Im Menü "Datensatz" den Menüpunkt "Export" auswählen (falls diese Funktion grau hinterlegt ist, bitte erste den aktuellen Datensatz speichern oder eine Berechnung durchführen).




Der gewählte Datensatz wird in das Anwendungsverzeichnis von firecalc in den Ordner Export-Import als Datei „Datensatzname.fis“ (z.B. C:\Programme\firecalc\Export_Import\) gespeichert. Es erfolgt ein Dialog mit der Information des erfolgreichen Exports und die Frage ob ein kleiner Dateiexplorer geöffnet werden soll, mit dem die exportierte Datei an einen anderen Ort (z.B. einen USB-Stick oder ein Netzlaufwerk) kopiert werden kann.

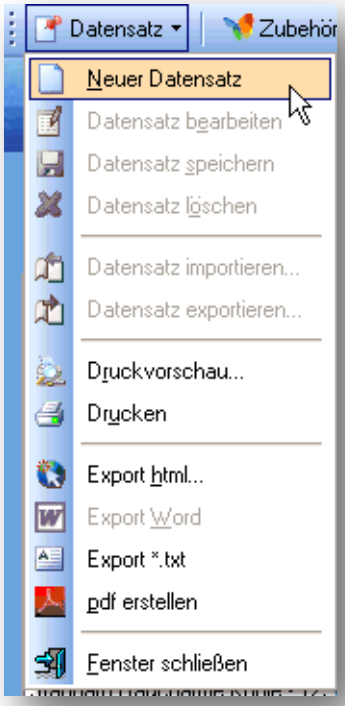



Wird mit Ja bestätigt, öffnet sich ein weiteres Fenster zum Kopieren der Datei. Dort kann die Datei an das gewünschte Ziel gespeichert werden.



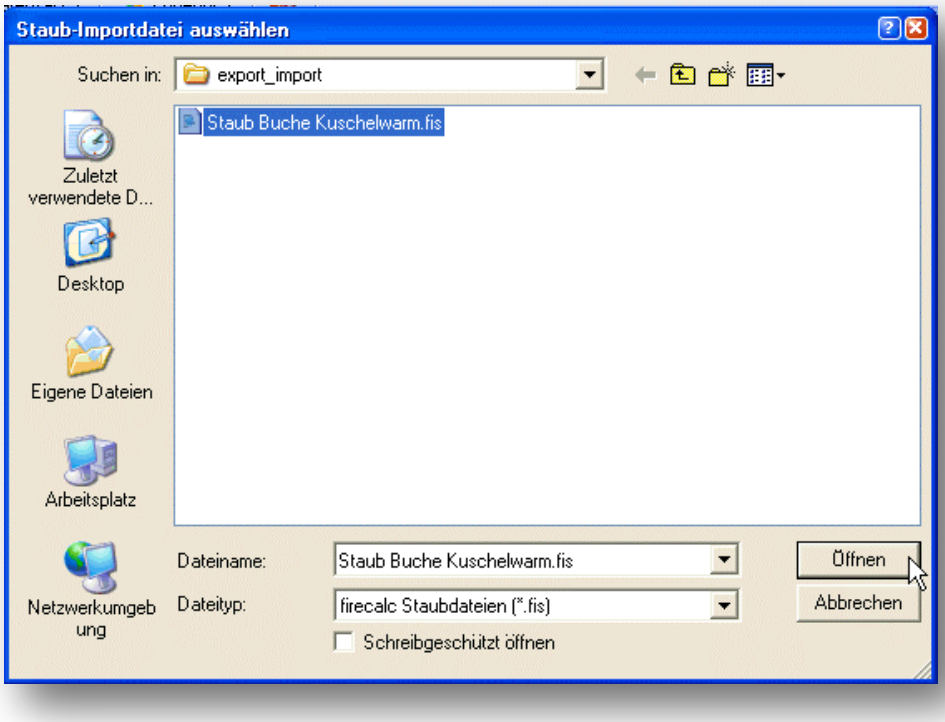
### 5.7.19.2 Importieren von Datensätzen

Diese Funktion ist nur möglich, wenn vorher die Erstellung eines neuen Datensatzes ausgewählt wurde (z.B. Menüleiste => "Neuer Datensatz").

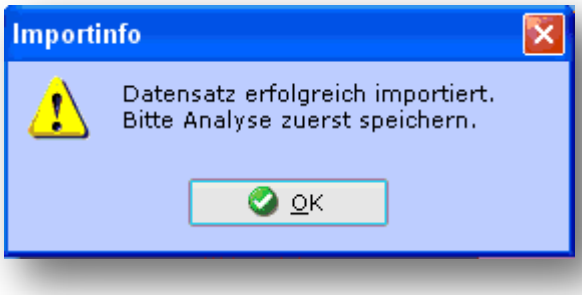



Anschließend im Menü "Datensatz" den Menüpunkt "Import Staubmessung" auswählen:

Es erscheint der Dateidialog zum Auswählen des gewünschten Datensatzes:




Nach Bestätigen durch "Öffnen" wird die Datei in firecalc eingefügt. Es erfolgt ein Meldungsfenster mit einer Bestätigung über den erfolgreichen Import. Diese Datei sollte unbedingt zuerst abgespeichert werden.




Im Falle, dass die Importdatei beschädigt ist, oder die Datei nicht kompatibel ist erfolgt eine Meldung über das Fehlschlagen des Imports.

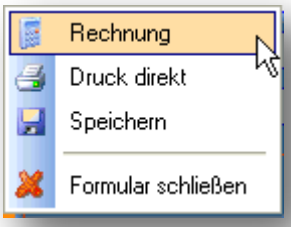
## 5.8 Sonstiges

### 5.8.1 Rechte Maustaste

Bei **firecalc** kann im Staubformular die rechte Maustaste benutzt werden. Klicken Sie mit der rechten Maustaste in ein (geöffnetes) Eingabefeld, öffnet sich ein Menü mit weiteren Optionen.

- Beim Anklicken des Eingabefeldes mit der rechten Maustaste bestehen weitere Optionen (Rückgängig, Kopieren, Einfügen, Löschen,...)
- **ACHTUNG!** Mit der Einfügeoption besteht die Möglichkeit in Eingabefelder die ausschließlich für Zahlen zugelassen sind auch irrtümlich Texte oder Sonderzeichen einzugeben. Hierdurch kann es zu Berechnungsfehlern oder im schlimmsten Fall zu abstürzen der Software kommen.

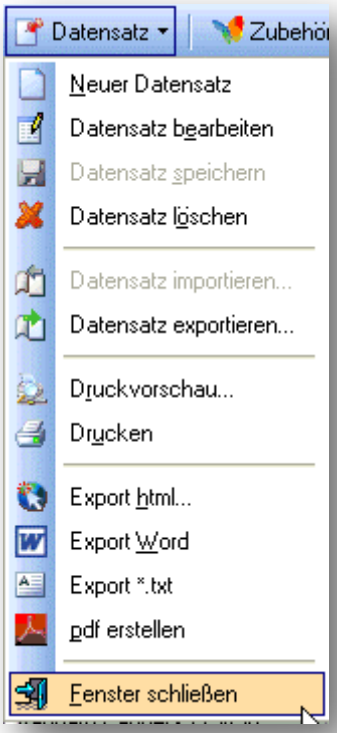
Durch "Rechtsklick" in einige Bereiche des Brennstoffformulars öffnet sich ein Menü mit folgenden Befehlsmöglichkeiten:

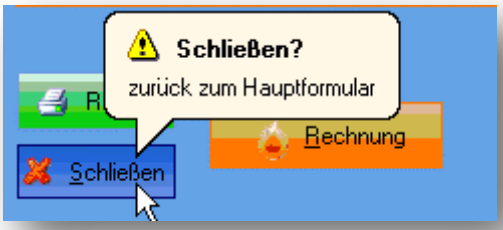



- Beim Anklicken auf "Rechnung" wird die Berechnung ausgelöst.
- Bei "Druck direkt" werden die Ein- und Ausgabedaten zum Standarddrucker gesendet.
- Durch "Speichern" wird der Datensatz in die Datenbank abgespeichert
- Durch "Formular schließen" wird das Fenster geschlossen.

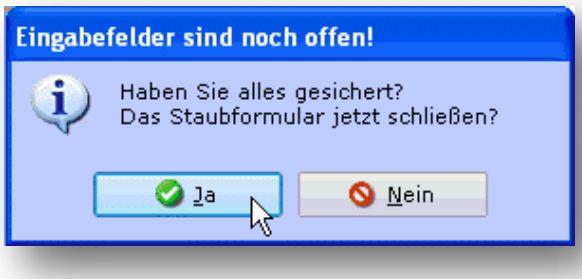
### 5.8.2 Formular Brennstoff schließen

Für das Schließen des Brennstoffformulars im Menü "Datensätze" den Menüpunkt "Fenster schließen" oder im Buttonfeld „Schließen“ auswählen.




Falls die Eingabefelder noch für die Bearbeitung geöffnet sind, erfolgt eine Sicherheitsabfrage, die vor Datenverlust schützt. Falls der Datensatz noch nicht gespeichert worden ist, kann mit „Nein“ dieser Vorgang anschließend durchgeführt werden. Falls das Formular dennoch geschlossen werden soll, die Abfrage mit Ja bestätigen.



# Erfassung und Berechnung von Strahlungsverlusten

## 6 Strahlungsverluste

### 6.1 Allgemeines

Nach der indirekten Methode ergibt sich der Kesselwirkungsgrad zu

$$\eta_K = 1 - (q_A + q_U + q_F + q_S) + \Delta\, q_{AK}$$

| | |
|---|---|
| *q*A | Verlust durch freie Wärme der Abgase (Relativwert, bezogen auf die Feuerungsleistung) |
| *q*U | Verlust durch unvollkommene Verbrennung (Relativwert, bezogen auf die Feuerungsleistung) |
| qS | Verlust durch Strahlung, Konvektion, Leitung (Relativwert, bezogen auf die Feuerungsleistung) |
| *q*F | Verlust durch unverbrannten Brennstoff in der Asche (Relativwert, bezogen auf die Feuerungsleistung) |
| ∆ qAK | Wärmegewinne der Abgase bei Kondensation |

Neben den Abgas-, und Ascheverlusten treten bei Heizkesseln auch äußere Wärmeverluste an der Kesseloberfläche auf, die man als Strahlungsverluste bezeichnet. Der Strahlungsverlust wird wie der Abgasverlust nur indirekt ermittelt und von den Herstellern in der Regel nicht gesondert angegeben. Er hängt von der Größe der nicht wärmegedämmten Kesselbeschlagteile, z.B. Kesseltüren, und von der Wärmedämmung des Heizkessels ab.

Der Strahlungsverlust entsteht bei Wärmeerzeugern durch Wärmeabstrahlung warmer Oberflächen in den unbeheizten Aufstellraum ohne dem Wärmeträger von Nutzen zu sein.

Der Strahlungsverlust reduziert sich mit sinkender Kesselwassertemperatur und verbesserter Wärmedämmung es Kessels, aber auch durch geringe Stillstandszeiten, eine sorgfältige Dimensionierung des Kessels sowie durch Leistungsmodulation.

Die Wärmeabstrahlung (oder Wärmestrahlung) ist eine Form der Wärmeübertragung, die nicht an ein Transportmedium wie Luft oder Wasser gebunden ist. Die Energie der Wärmeabstrahlung ist abhängig von der Oberflächentemperatur, wobei immer der höher temperierte den kälteren Körper "anstrahlt".

Die Wärmeverluste werden indirekt bestimmt. Bei der indirekten Methode ist es notwendig, diesen Verlust zu kennen. Näherungsweise kann er auf folgendem Wege ermittelt werden:

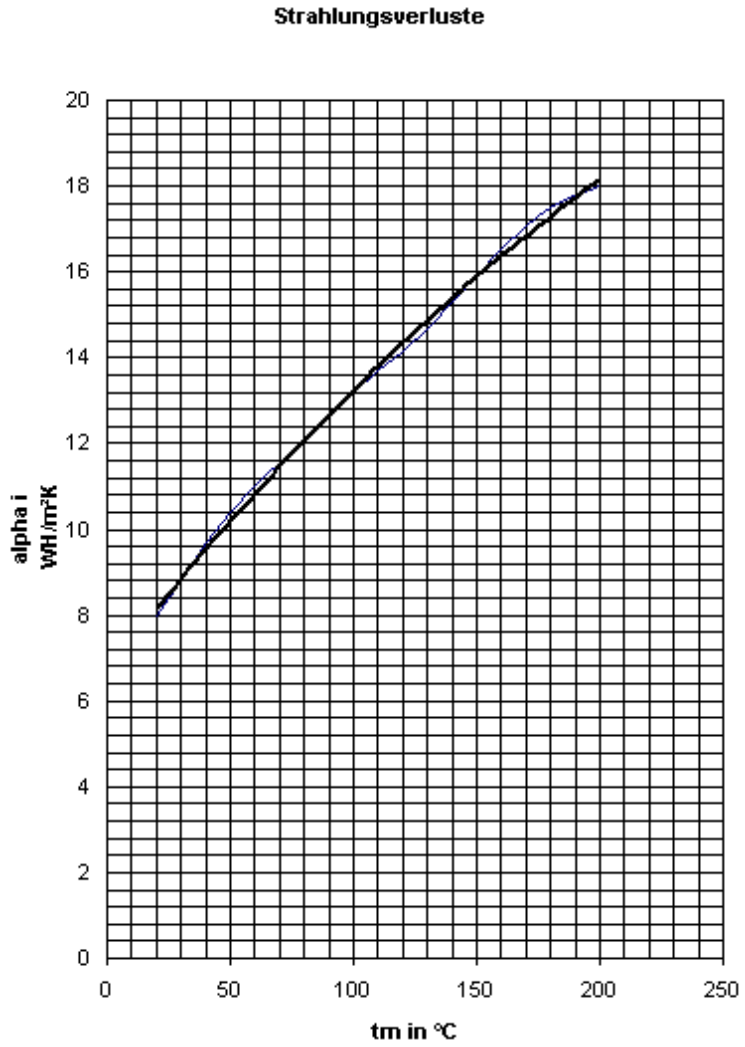
Von den Kesseloberflächen annähernd gleicher Temperatur (getrennt: isolierte Flächen, Türen, Abgasstutzen, Verbindungsrohre, Kesselfundamente) werden durch Abtasten mit einem Oberflächenthermometer Temperaturfelder aufgenommen. Aus dem Mittel der jeweiligen Temperaturen errechnet sich die Wärmeabgabe der Teilfläche wie folgt:

$$Q_x = F_x * \alpha * (t_m - t_L)$$

Hierin sind

$Q_x$ = Wärmeabgabe der Teilfläche, in W
$F_x$ = Teilfläche, in $m^2$
$\alpha$ = Wärmeübergangszahl, in W/(m2 K)
$t_m$ = mittlere Oberflächentemperatur der Teilfläche, in °C
$t_L$ = Umgebungstemperatur (in halber Kesselhöhe und von der Kesselvorderseite in 1,5 m Abstand gemessen), in °C

Überschlägige Rechenwerte für den Wärmeübergangs-Koeffizienten können in Abhängigkeit von der Oberflächentemperatur aus dem nächsten Bild entnommen werden.




Achse Y = alpha in Wh/m² K
Achse X = $t_m$ in °C

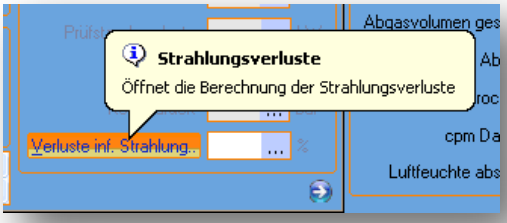
**Bild** Gesamt-Wärmeübergangszahl $\alpha$ durch Strahlung und freie Konvektion an horizontalen und vertikalen Flächen bei einer Mindest-Umgebungstemperatur $t_L$ = 20 °C in Abhängigkeit von der mittleren Oberflächentemperatur $t_m$ (Quelle DIN 4702-2)

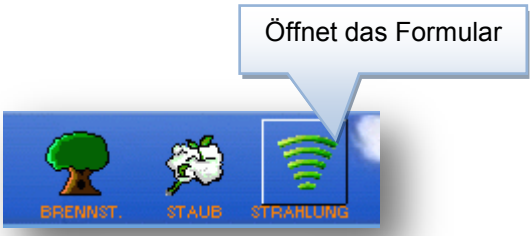
Für die Wirkungsgradbestimmung werden die Strahlungsverluste auf den Heizwert bezogen.

## 6.2 Berechnung der Strahlungsverluste

Mit dem Berechnungsformular „Strahlungsverluste“ lassen sich die Strahlungsverluste nach oben genannter Formel berechnen.

Geöffnet wird das Formular Strahlungsverluste durch Anklicken der Schaltfläche „Verluste infolge Strahlung“ oder durch Anklicken des Buttons „Strahlung“ in der Symbolleiste.



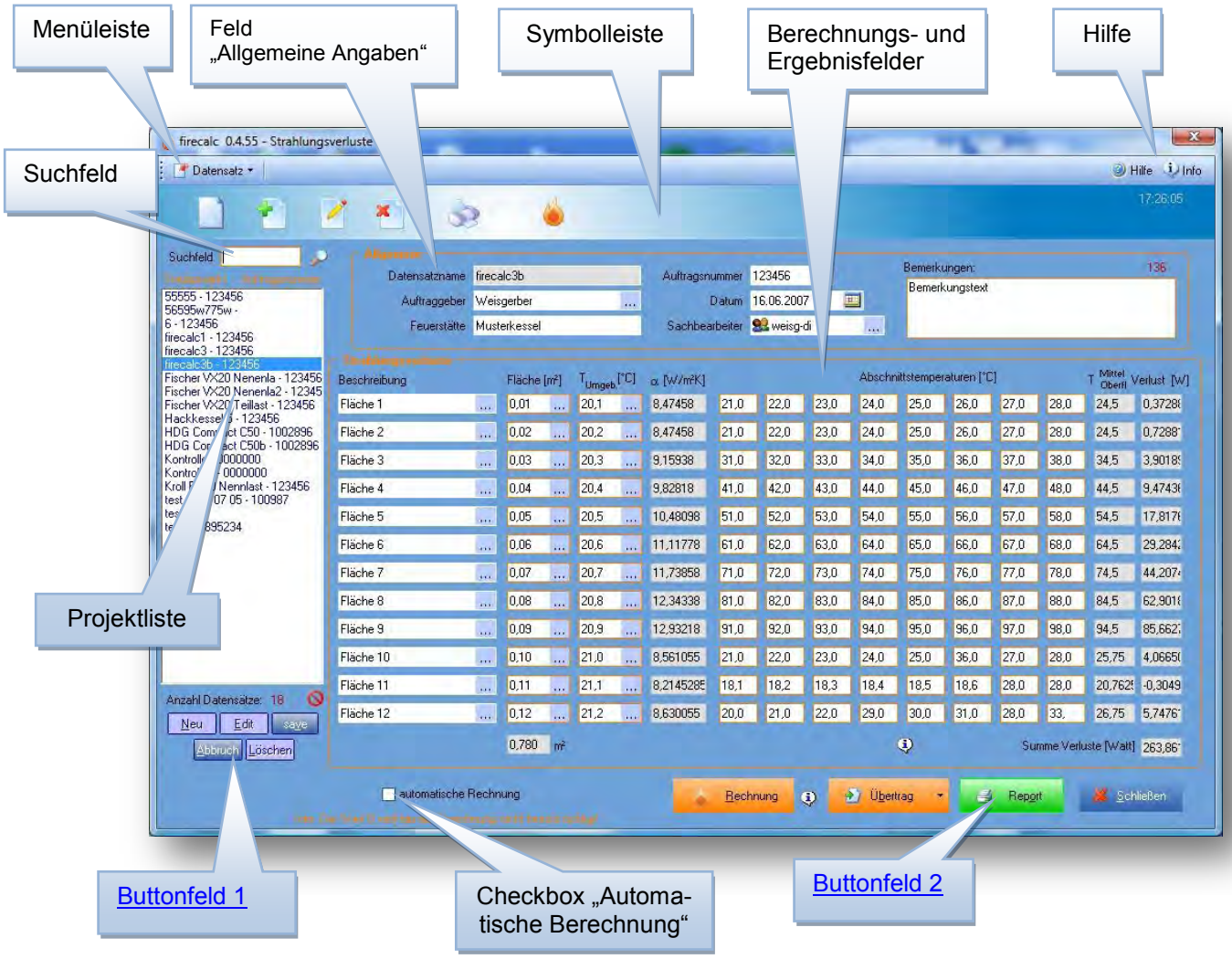




## 6.3 Das Formular „Strahlungsverluste“

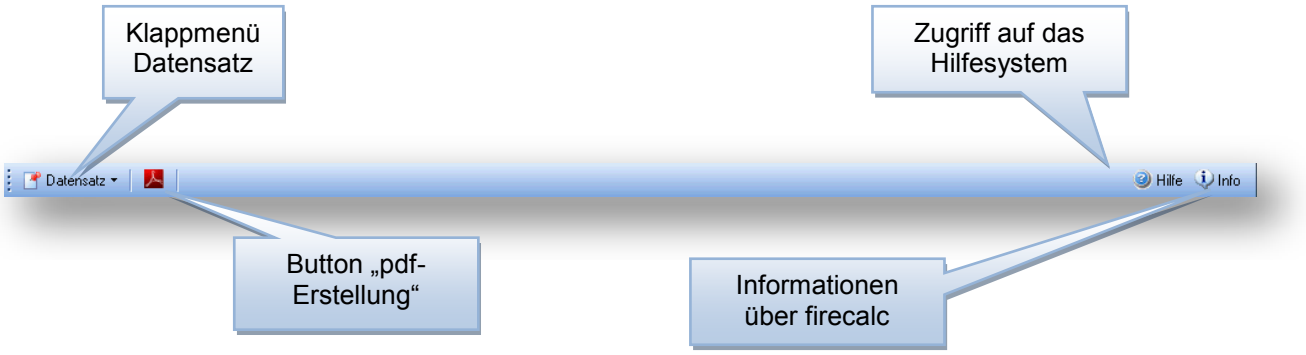
Im Folgenden werden die einzelnen Funktionen des Berechnungsformulars Strahlungsverluste erklärt.

### 6.3.1 Das Berechnungsformular - Überblick

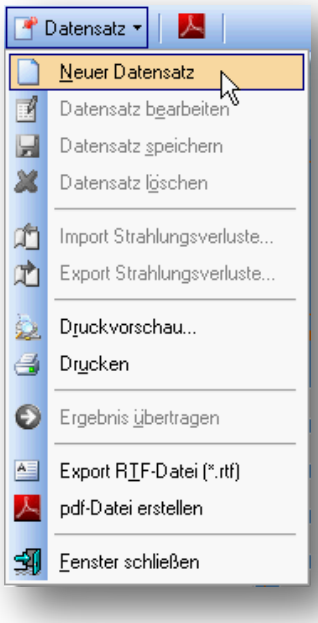
Grundsätzlicher Aufbau des Formulars:



### 6.3.2 Menüleiste




Nach der Auswahl eines der Menüpunkte „Datensatz“ öffnen sich Klappmenüs, mit deren Befehlen umfangreiche Funktionen ausgewählt werden können, auf die in den entsprechenden Kapiteln oder in den Beispielberechnungen eingegangen wird.

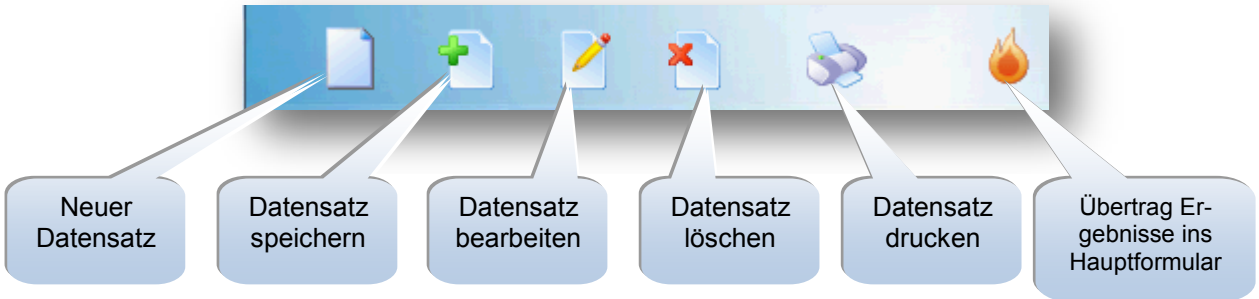



Die einzelnen Befehle lösen dieselben Aktionen aus wie im Kapitel „Hauptformular“, „Brennstoff“ und „Staub“ erläutert.

Im Menü „Datensatz“ sind nicht alle Funktionen in jedem Bearbeitungsmodus aktiv, so kann z.B. ein Datensatz nur importiert werden, wenn vorher mit „Neuer Datensatz“ die Eingabefelder frei geschaltet wurden.

### 6.3.3 Symbolleiste

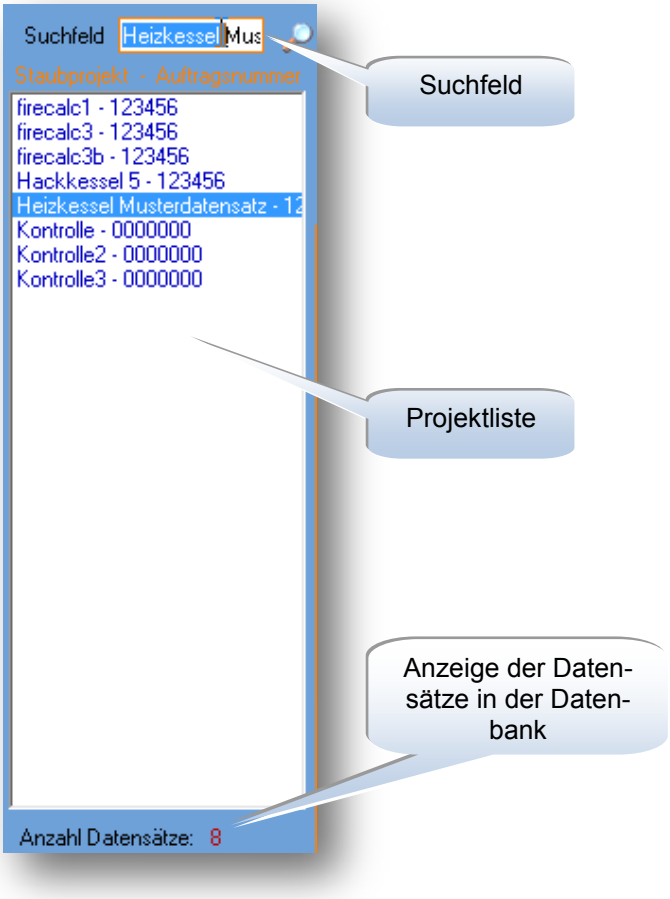
Durch die über den Eingabe- und Ergebnisfeldern angeordnete Leiste mit Schaltflächen (Buttons) können schnell unten stehende Aktionen ausgeführt werden. Es sind nicht immer alle Schaltflächen aktiv, z.B. kann ein Datensatz nur dann gespeichert werden, wenn auch Änderungen am gerade aktiven Datensatz ausgeführt worden sind.



Ein Übertrag des Ergebnisses ins Hauptformular ist nur dann möglich, wenn dort die Eingabefelder frei geschaltet sind. (Modus Neu oder Edit). Es muss darauf geachtet werden, dass im Hauptformular die Strahlungsverluste in Watt eingegeben werden, nicht in %-Verlusten. Die Einstellung ist im Hauptformular -> Voreinstellungen möglich.

### 6.3.4 Suchfeld und Projektliste

Mit Hilfe des Suchfelds können in der Projektliste schnell Datensätze gesucht werden. Nach Eingabe der ersten Buchstaben eines bestehenden Projektnamens in das Suchfeld erfolgt sofort die Markierung der gefunden Datensätze in der Projektliste.




In der Projektliste werden alle Datensätze der Datenbank angezeigt. Die Auswahl erfolgt durch Anklicken. Die entsprechenden, im Datensatz abgespeicherten Daten werden in den zugehörigen Eingabefeldern angezeigt.

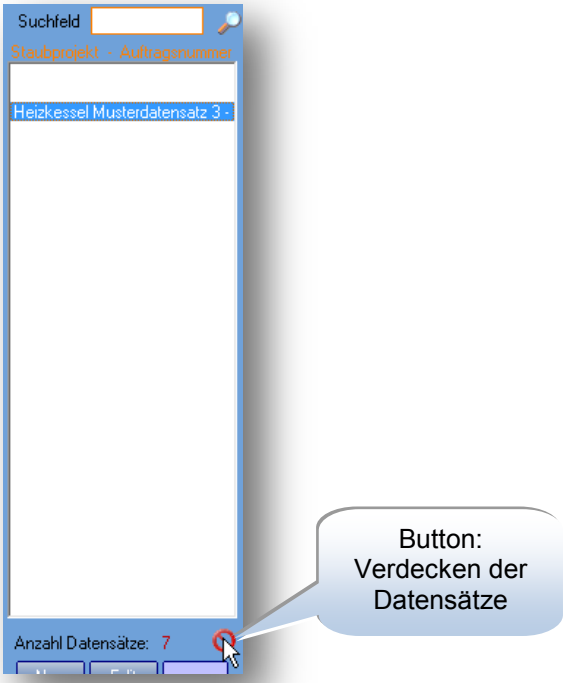
Achtung!

Wenn der aktuelle Datensatz bearbeitet wird (Funktion „Edit“) Edit oder ein neuer Datensatz erstellt wird (Funktion „Neu“) Neu wird die Projektliste gesperrt, damit durch eine unbeabsichtigte Auswahl (Anklicken) eines Eintrages in der Projektiste (also eines abgespeicherten Datensatzes) die eingegebenen Daten in den Eingabefeldern nicht überschrieben und damit gelöscht werden. Die Projektliste wird nach dem Speichern des aktuellen Datensatzes (Save) save oder durch die Funktion „Abbruch“ Abbruch wieder freigegeben.

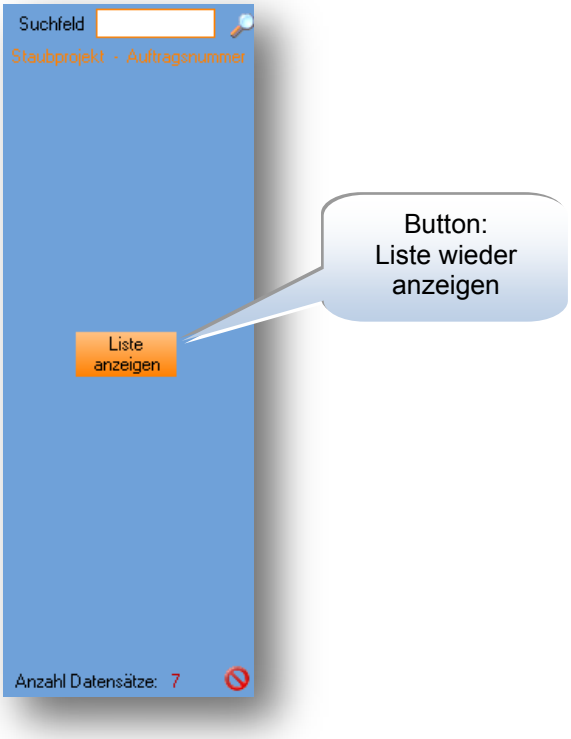
Eine gesperrte Projektliste kann dadurch erkannt werden, dass die die einzelnen Datensätze in grauer Schriftfarbe dargestellt werden.

### 6.3.5 Projektliste verbergen

Mit diesem Button können alle abgespeicherten Datensätze (Projekte) die in der Projektliste angezeigt sind, verdeckt werden. Nur der aktuell markierte Datensatz bleibt sichtbar. Die Datensätze können wieder sichtbar gemacht werde, wenn nochmals auf den Button geklickt wird.



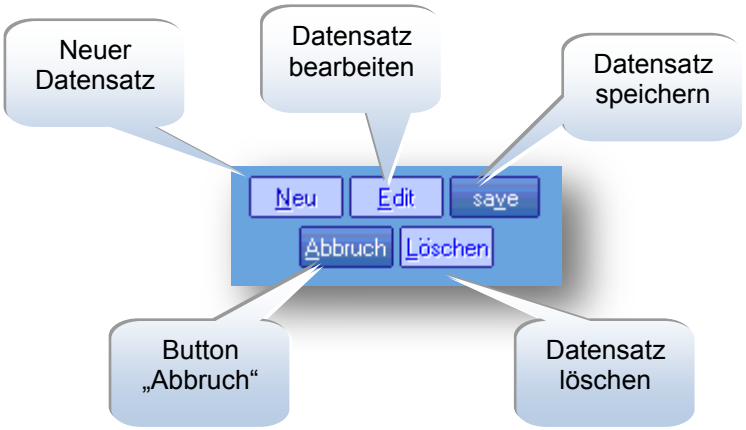

Mit nochmaligen Klick auf den Button werden die Datensätze wieder sichtbar




Im Eingabemodus (Edit oder Neu) wird bei Klick auf den Button die Liste unsichtbar. Die Liste kann mit Klick auf den Button „Liste anzeigen“ wieder sichtbar geschaltet werden.

### 6.3.6 Buttonfeld 1

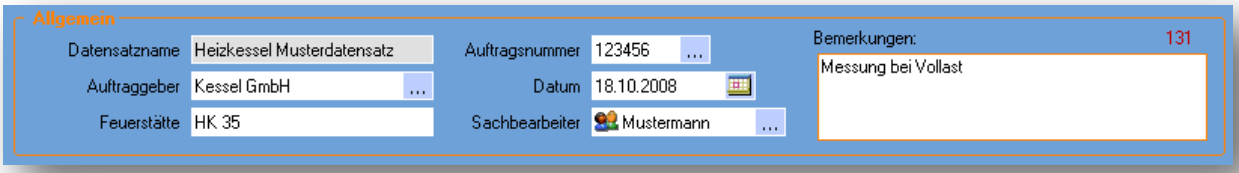
Das Buttonfeld besteht aus Buttons (Schaltflächen) mit denen sich die unten beschriebenen Aktionen ausführen lassen. Je nach Bearbeitungszustand steht nur ein Teil der Funktionen zur Verfügung.



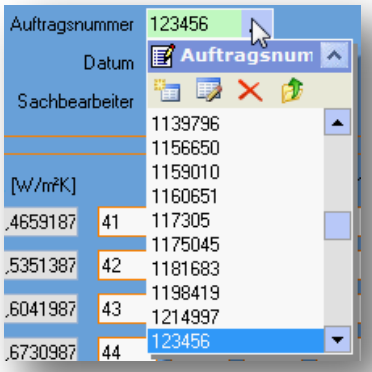
Die Befehle können neben einem Anklicken eines Buttons auch mit der Tastatur über die Tastenkombination „Alt-Unterstrichener Buchstabe“ ausgelöst werden. Zum Beispiel kann der Datensatz mit der Tastaturkombination Alt-v gespeichert werden.

### 6.3.7 Feld „Allgemeine Angaben“

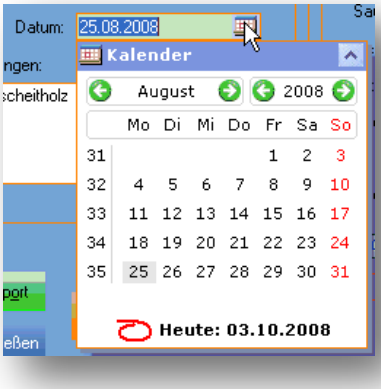
Im Feld „Allgemeine Angaben“ können allgemeine Informationen zu dem Projekt angegeben werden:




Für den Datensatzname sollte ein kurzer aussagekräftiger Name ausgewählt werden. Einige Sonderzeichen werden nicht zugelassen (z.B. / oder . ) da der Projektname den Dateinamen bei der Export und Importfunktion bildet.




Wird hinter den Eingabefeldern auf ... geklickt, öffnet sich eine sogenannten Floskelliste in denen eine Auswahl angeboten wird. Jede Eingabe wird gespeichert und es kann später darauf zurückgegriffen werden.

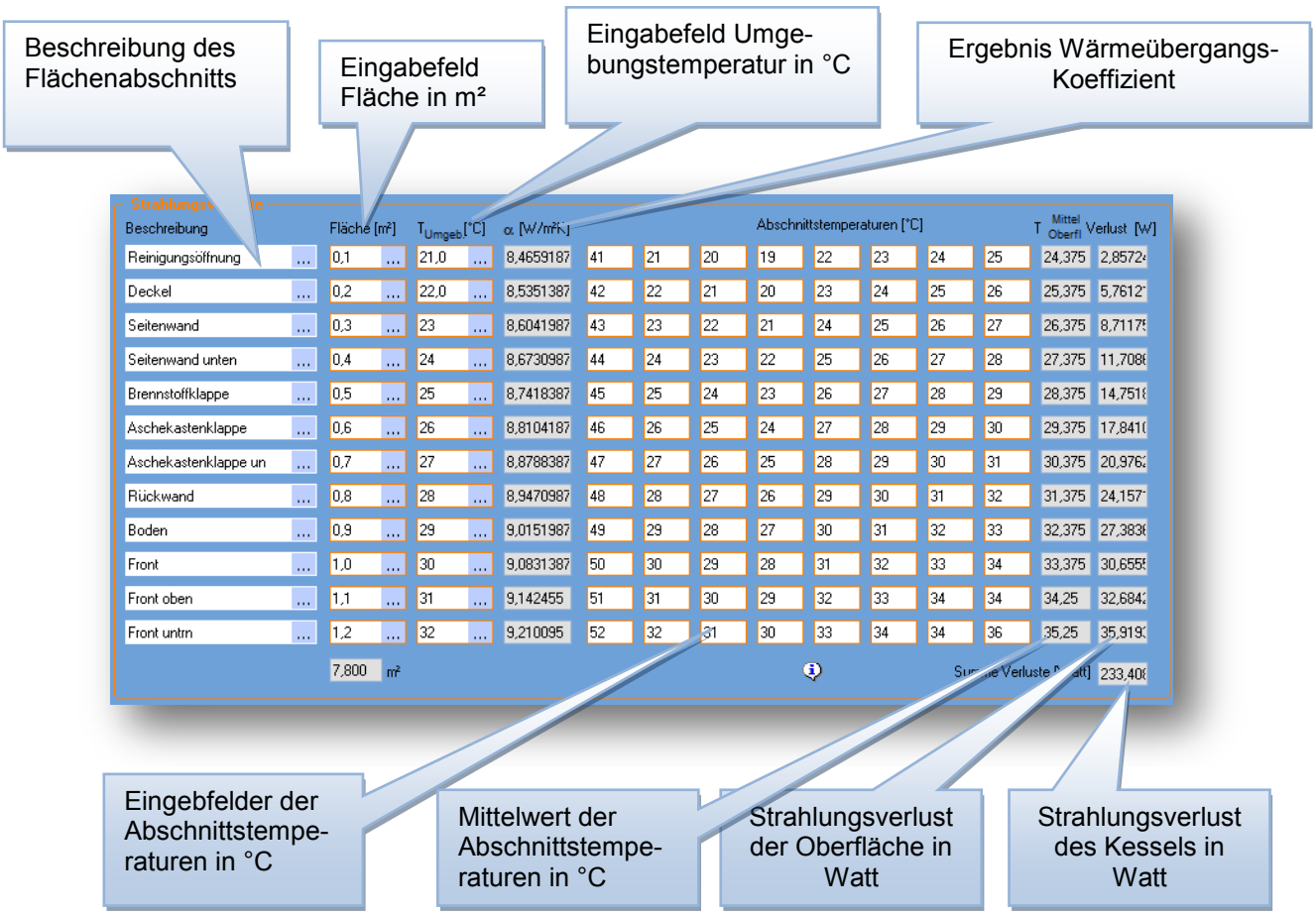



Im Datumsfeld öffnet sich bei einem Klick auf das rechte „Kalendersymbol“ ein kleiner Kalender mit dem schnell ein Datum ausgewählt werden kann.

### 6.3.8 Feld „Strahlungsverluste“ - Übersicht

In diesem Feld müssen zeilenweise maximal 12 notwendige Daten für die Berechnung eingegeben werden. Für jede Zeile kann neben einer Beschreibung des zu berechnenden Strahlungsverlustes des Flächenabschnitts die Fläche in m², die Umgebungstemperatur in °C sowie bis zu

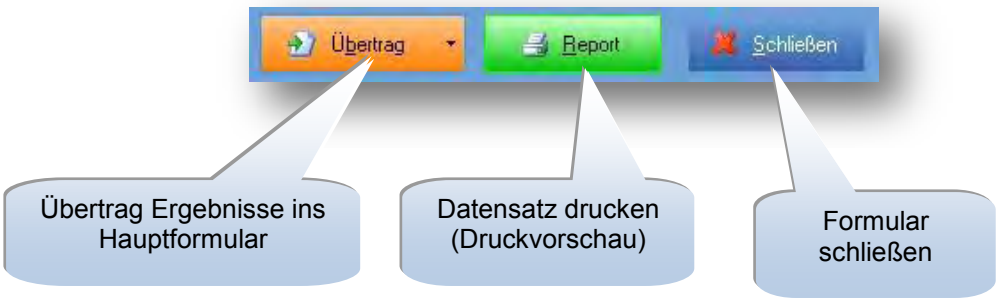
maximal 8 Abschnittstemperaturen (in °C) eingegeben werden. Bleiben Felder leer so werden diese Felder bei der Berechnung automatisch mit dem Wert 0 belegt, der aber bei der Berechnung nicht Berücksichtigt wird.


Beschreibung des Flächenabschnitts
Eingabefeld Fläche in m²
Eingabefeld Umgebungstemperatur in °C
Ergebnis Wärmeübergangs-Koeffizient
Eingebfelder der Abschnittstemperaturen in °C
Mittelwert der Abschnittstemperaturen in °C
Strahlungsverlust der Oberfläche in Watt
Strahlungsverlust des Kessels in Watt

## 6.3.9 Checkbox „Automatische Berechnung“

Wird dieses Feld angekreuzt, werden die Strahlungsverluste automatisch nach jeder Änderung in den Eingabefeldern berechnet. Da dies rechenintensiv ist, sollte bei schwächeren PC-Systemen darauf verzichtet werden.

## 6.3.10 Buttonfeld 2



Mit dem Button „Übertrag“ kann das Ergebnis ins Hauptformular in die aktive Messreihe übertragen werden, wenn im Hauptformular die Eingabefelder zur Bearbeitung frei sind (Neu- oder Editmodus).

Mit dem Button „Report“ kann nach dem Öffnen einer Druckvorschau die Berechnung ausgedruckt werden.

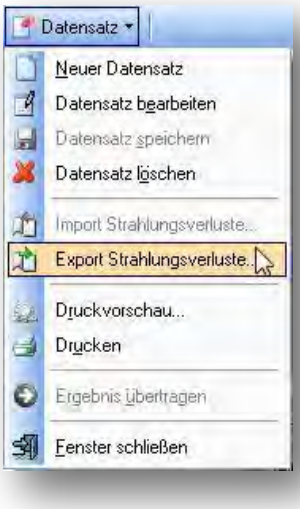
Mit dem Button „Schließen“ wird das Formular geschlossen. Bitte vorher alle Änderungen speichern, sonst sind die Daten verloren.

## 6.4. Export und Import von Datensätzen

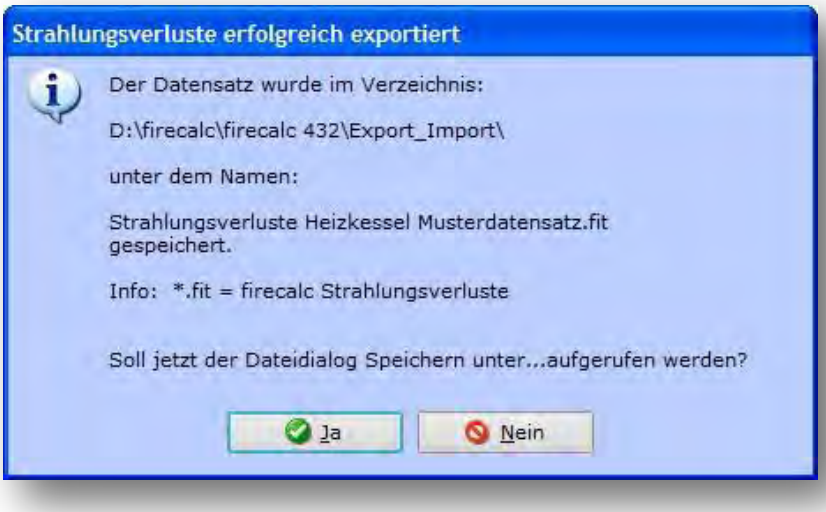
Mit dieser Funktion können firecalc- Datensätze z.B. zwischen unterschiedlichen Computern ausgetauscht oder eine Sicherung des Datensatzes ausgeführt werden.

### 6.4.1 Exportieren von Datensätzen

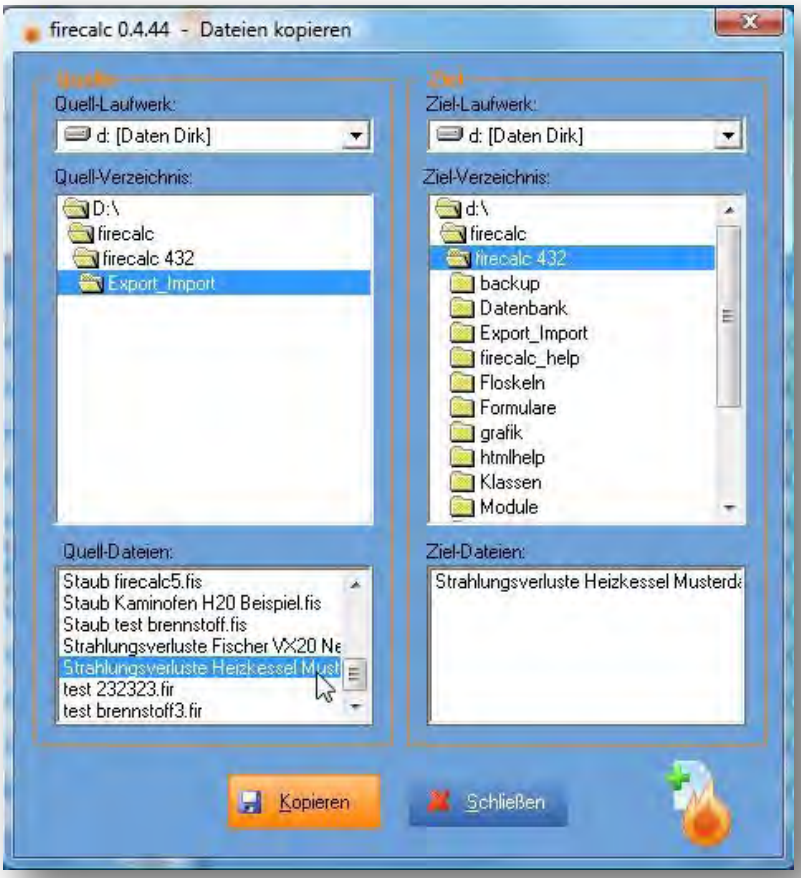
Den zu exportierenden Datensatz in der Projektliste auswählen. Im Menü "Datensatz" den Menüpunkt "Export" auswählen (falls diese Funktion grau hinterlegt ist, bitte erst den aktuellen Datensatz speichern).




Der gewählte Datensatz wird in das Anwendungsverzeichnis von firecalc in den Ordner Export-Import gespeichert als Datei „Datensatzname.fit“ (z.B. C:\Programme\firecalc\Export_Import\). Es erfolgt ein Dialog mit der Information des erfolgreichen Exports und die Frage ob ein kleiner Dateiexplorer geöffnet werden soll, mit dem die exportierte Datei an einen anderen Ort (z.B. einen USB-Stick oder ein Netzlaufwerk) kopiert werden kann.

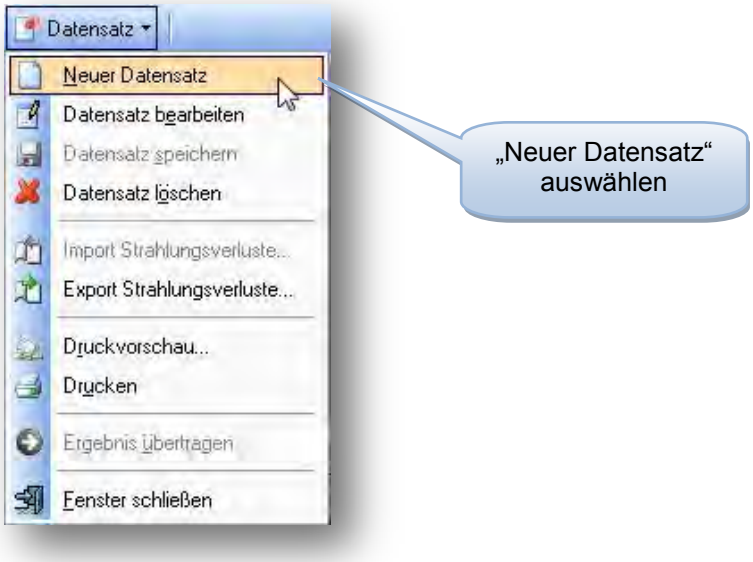



Wird mit Ja bestätigt öffnet sich ein weiteres Fenster zum Kopieren der Datei. Dort kann die Datei an das gewünschte Ziel gespeichert werden.



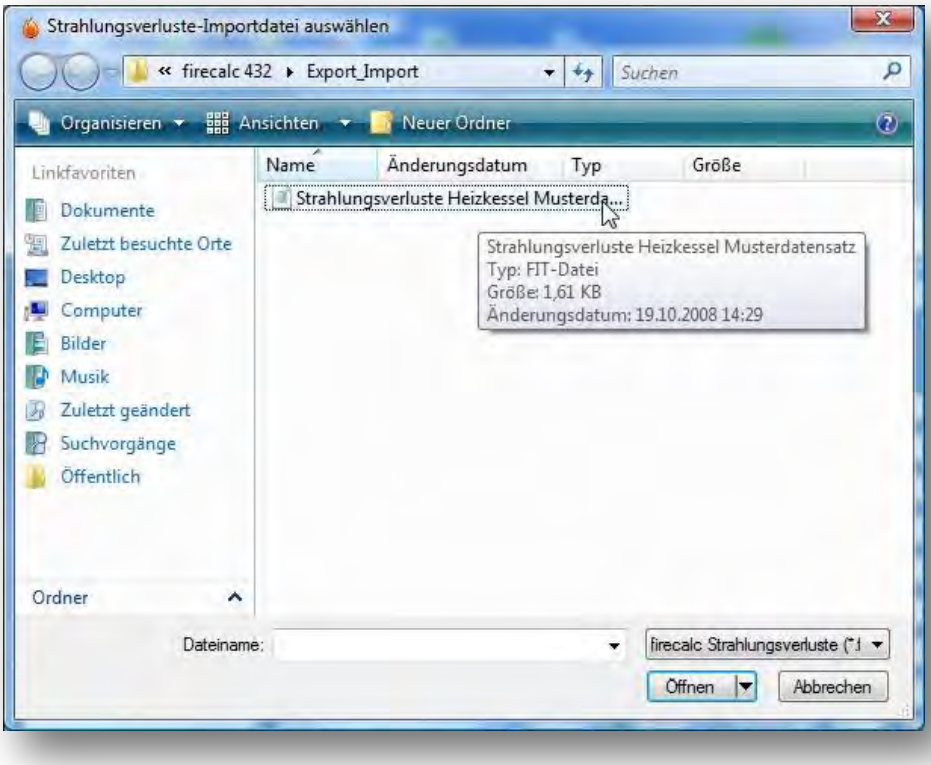
### 6.4.2 Importieren von Datensätzen

Diese Funktion ist nur möglich, wenn vorher die Erstellung eines neuen Datensatzes ausgewählt wurde (z.B. Menüleiste => "Neuer Datensatz").

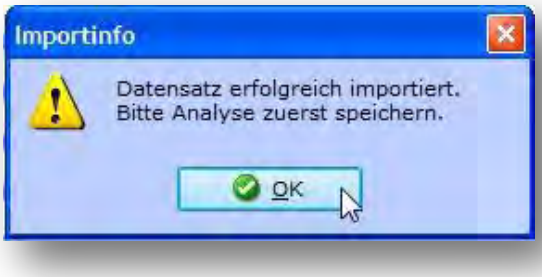



Anschließend im Menü "Datensätze" den Menüpunkt "Import Datensatz" auswählen:

Es erscheint der Dateidialog zum Auswählen des gewünschten Datensatzes:




Nach Bestätigen durch "Öffnen" wird die Datei in firecalc eingefügt. Es erfolgt ein Meldungsfenster mit einer Bestätigung über den erfolgreichen Import. Diese Datei sollte unbedingt zuerst abgespeichert werden.




Im Falle, dass die Importdatei beschädigt ist, oder die Datei nicht kompatibel ist erfolgt eine Meldung über das Fehlschlagen des Imports.

# 7 Abgasmassenstrom "Offene Kamine"

## 7.1 Allgemeines

Der Abgasmassenstrom ist definiert als die in der Zeiteinheit (s) abzuführende Masse (g) der Abgase.

Für die feuerungstechnische Berechnung von Abgasanlagen hinsichtlich der Temperatur- und Druckverhältnisse muss das erforderliche Abgaswerte-Tripel der Feuerstätte, bestehend aus dem Abgasmassenstrom, der Abgastemperatur und dem notwendigen Förderdruck, oder dem zur Verfügung stehenden Förderdruck ermittelt werden. Zusätzlich müssen die Art des Brennstoffs, die Volumenkonzentration an $CO_2$ im Abgas und die geometrischen Abmessungen des Verbindungsstückes angegeben werden.

In den meisten Feuerstättennormen sind Algorithmen angegeben, wie anhand der Meßwerte und den Daten aus der Brennstoffanalyse der Abgasmassenstrom berechnet werden kann. Liegen keine Meßwerte und keine Brennstoffanalyse vor, kann mit den Algorithmen der DIN 13384-1:2003-03 „Abgasanlagen - Wärme- und strömungstechnische Berechnungsverfahren - Teil 1: Abgasanlagen mit einer Feuerstätte“ vereinfacht Berechnungen mit Faktoren durchgeführt werden.

In DIN 13384-1 sind auch die Berechnungsformeln für die Berechnung des Abgasmassenstroms von „Offenen Kaminen“ enthalten, die firecalc in diesem Berechnungsformular verwendet:

- Der Abgasmassenstrom eines offenen Kamins hängt von der Größe der Öffnung des Feuerraumes ab.
- Für die Berechnung werden die gemäß EN 13384 Abschnitt 5.5.2.1 definierte Gleichungen verwendet.
- Hierbei wird die Volumenkonzentration $CO_2$ des Abgases eines offenen Kamins mit $CO_2$ = 1,0 Vol.% angenommen.

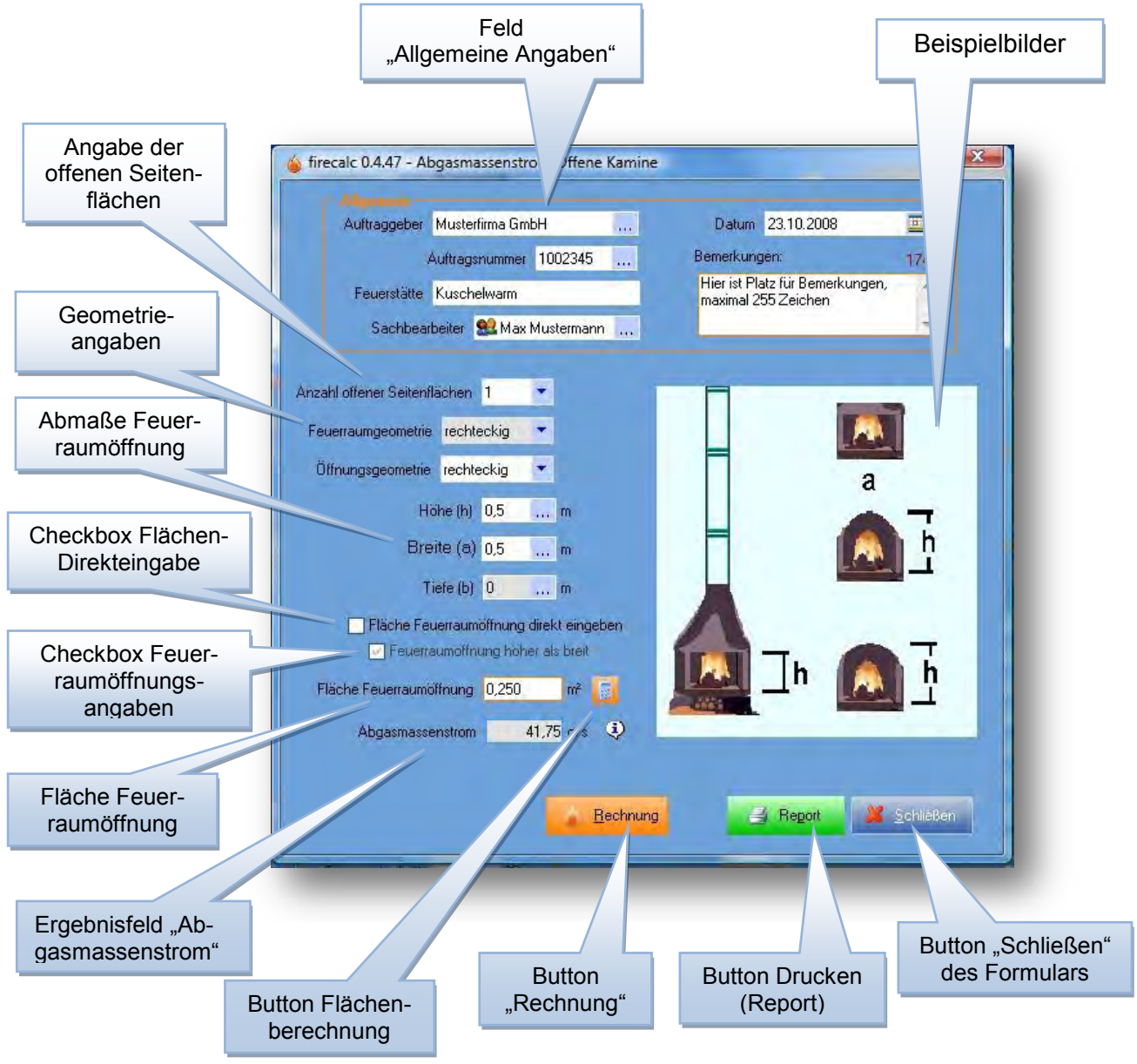
## 7.2 Berechnung „Abgasmassenstrom für Offene Kamine“

Mit dem Berechnungsformular „Abgasmassenstrom für Offene Kamine“ lassen sich die Berechnungen wie oben erläutert nach den Algorithmen gemäß DIN EN 13384 Abschnitt 5.5.2.1 berechnen.

Geöffnet wird das Formular durch Anklicken der Schaltfläche „Abgasmassenstrom offene Kamine in der Menüleiste des Hauptformulars unter „Zubehör“.

## 7.3 Das Formular „Abgasmassenstrom für Offene Kamine“

Grundsätzlicher Aufbau des Formulars:




Aufgrund der einfachen Berechnung und der wenigen Eingabefelder in diesem Formular, gibt es keine Möglichkeiten die Berechnung in die Datenbank zu speichern.

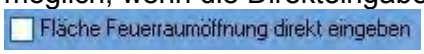
Es bestehen zwei Möglichkeiten für die Eingabe der notwendigen Daten für die Berechnung des Abgasmassenstroms:

1. Eingabehilfen durch Auswahl der offenen Seitenflächen, der Abmaße des Feuerraums und Angabe der Hauptabmaße der Feuerraumgeometrie. Es erfolgt eine Berechnung der Feuerraumöffnungsfläche und des Abgasmassenstromes.
2. Durch Auswahl die Auswahl der Checkbox

erfolgt nach Angabe ob die Feuerraumöffnung höher als breit ist, die Berechnung des Abgas-massenstromes.

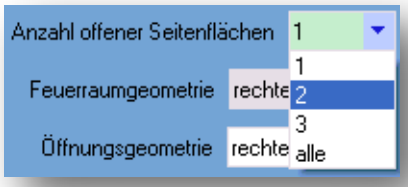
## 7.3.1 Erläuterungen der einzelnen Eingabe- und Auswahlfelder

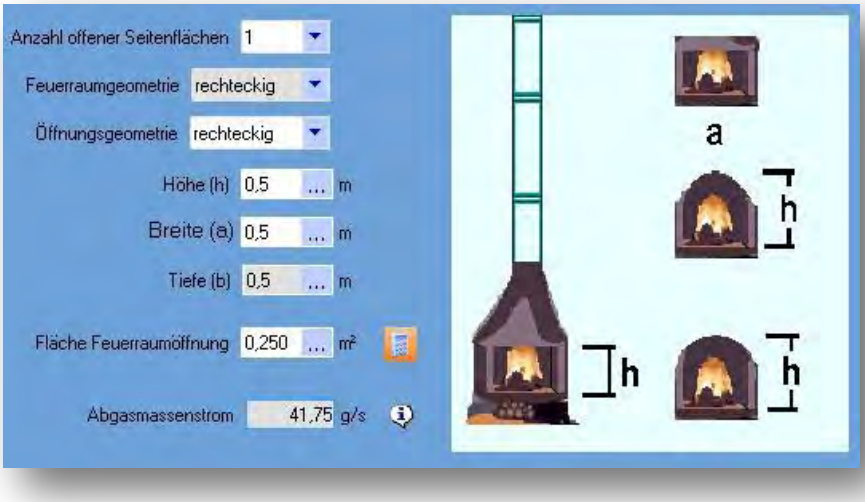
### 7.3.1.1 Anzahl offener Seitenflächen

Wie oben erläutert sind die folgenden Eingaben nur möglich, wenn die Direkteingabe der Feuerraumöffnung ausgewählt wurde, also die Checkbox 

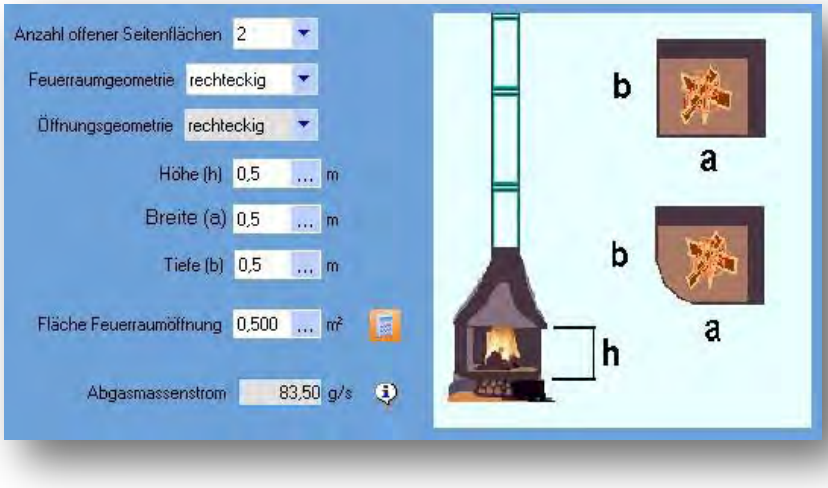
nicht aktiviert wurde.

Die Anzahl der offenen Seitenflächen der Feuerstätte kann 1 bis 4 betragen. Beispielsweise hat ein nur frontoffener Kamin nur eine offene Seitenfläche, ein offener Kamin mit der Öffnung über Eck hat zwei offene Seitenflächen. Unten im Bild ist die entsprechende Combo-Listbox für die Auswahl der Seitenflächen dargestellt. Je nach Auswahl wird in dem rechten Bildfenster ein Beispiel angezeigt.

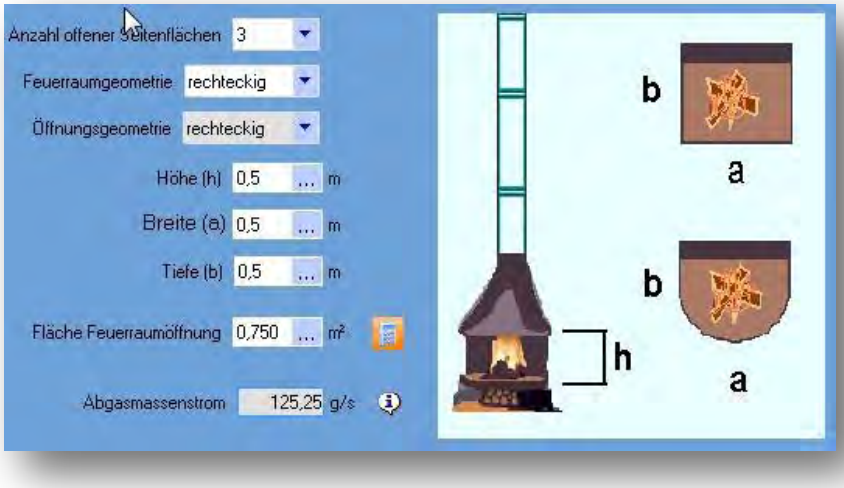


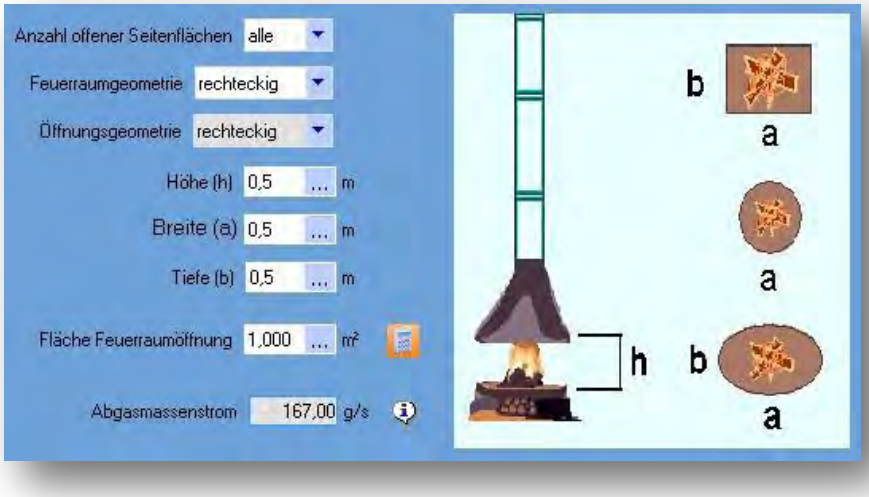

Offene Seitenflächen: 1




Offene Seitenflächen: 2




Offene Seitenflächen: 3



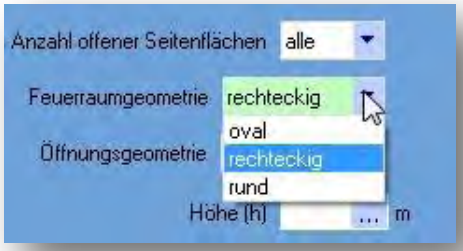

Offene Seitenflächen: rundum

### 7.3.1.2 Feuerraumgeometrie und Öffnungsgeometrie

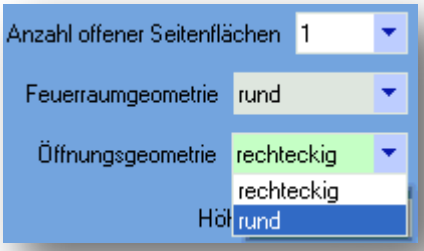
Die Feuerraumgeometrie ist die Geometrie der Feuerraumgrundfläche. Je nach Auswahl der Anzahl der offenen Seitenflächen können verschiedene Geometrien des Feuerraums angegeben werden. Bei einer offenen Seitenfläche spielt beispielsweise die Feuerraumgeometrie keine Rolle bei der Berechnung.

Bei zwei oder drei offenen Seitenflächen kann als Feuerraumgeometrie rechteckig oder rund ausgewählt werden. Im Falle, dass der Feuerraum rundum offen ist, kann auch noch oval ausgewählt werden.

Als Abmaße der offenen Seitenflächen der Feuerraumgeometrie müssen „Breite“ und „Tiefe“ angegeben werden.




Als Öffnungsgeometrie muss die Geometrie der senkrecht offenen Feuerraumöffnung angegeben werden. Die Höhe der Feuerraumöffnung muss bei „Höhe“ angegeben werden.



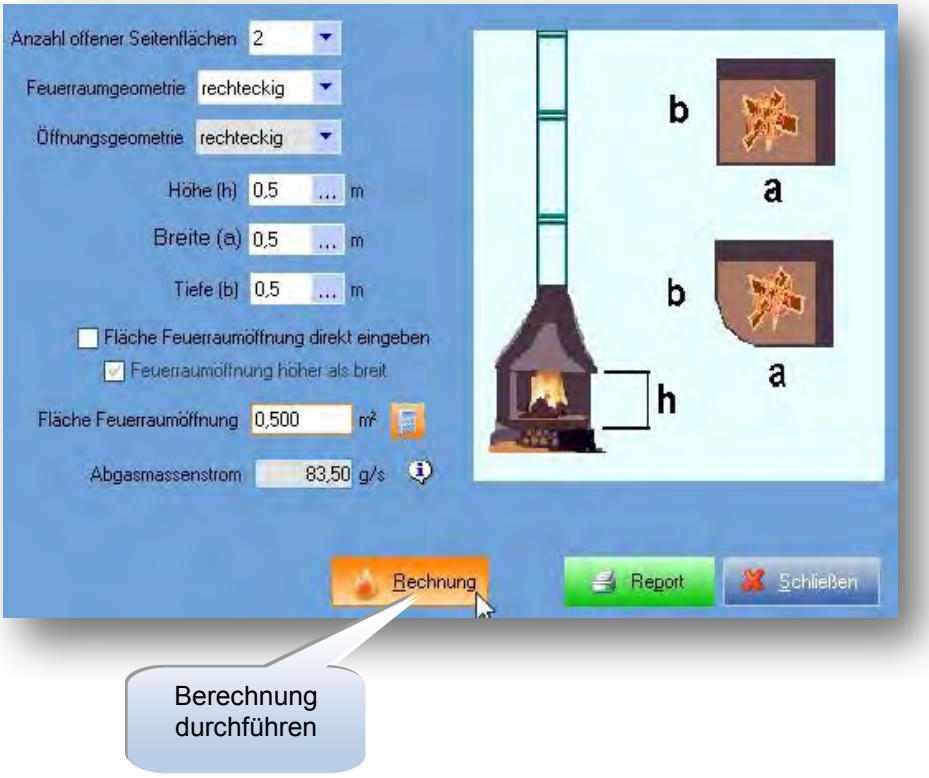

### 7.3.1.3 Fläche Feuerraumöffnung

Nach Eingabe der Abmaße kann mit dem Button die Fläche berechnet werden.

Die Fläche kann auch direkt eingegeben werden. Nach Auslösen der Berechnung des Abgasmassenstroms wird jedoch die eingegebene Fläche berechnet und widersprüchliche Angaben überschrieben.

### 7.3.2 Berechnung durchführen

Nach Eingabe bzw. Berechnung aller notwendigen Daten kann mit dem Button „Rechnung“ der Abgasmassenstrom für offene Kamine berechnet werden:




### 7.3.3 Fläche Feuerraumöffnung direkt eingeben

Durch diese Option kann ohne Eingabe der oben beschriebenen Daten direkt nach Eingabe der Feuerraumöffnung der Abgasmassenstrom berechnet werden.

Durch Aktivieren der Checkbox

erfolgt nach Angabe ob die Feuerraumöffnung höher als breit ist

und Eingabe der Fläche der Feuerraumöffnung die Berechnung des Abgasmassenstromes durch Anklicken des Berechnungsbuttons.

### 7.3.4 Drucken

Zum Drucken der Berechnung die grüne Schaltfläche „Report“ anklicken um nach einer Druckvorschau die Berechnung auszudrucken.

Im Fenster „Druckvorschau“ lassen sich weitere Funktionen ausführen. In der Menüleiste oben links im Menüpunkt „Zoom“ kann die Druckvorschau vergrößert oder verkleinert werden. Daneben können weitere Ausgabeformate wie eine html- oder txt-Datei erstellt werden. Die Dialoge sind weitestgehend selbsterklärend.

### 7.3.5 Schließen des Formulars

Zum Schließen des Formulars den Button „Schließen“ anklicken, oder mit der Tastatur „Steuerung+S“ eingeben.

# 8 Erläuterungen, Sonstiges

## 8.1 Grundlagen der Berechnungen

Firecalc ist trotz der vielen chemischen und physikalischen Berechnungen kein Berechnungsprogramm für absolut exakte Ergebnisse, die mit den Grundlagen aus den Lehrbüchern der Chemie oder der Physik berechnet werden. Die meisten der verwendeten mathematischen Formeln stammen aus den entsprechenden Produktnormen der Wärmeerzeuger, die an vielen Stellen Vereinfachungen aufweisen und auf Annahmen und Faktoren zurückgreifen, um die Anwender der Norm schnell und ohne großen Aufwand zu einem i.d.R. hinreichen genaue Berechnungsergebnis zu führen. Ein Beispiel dafür ist die vereinfachte Berechnung der Kondensationsgewinne, des Abgasmassenstrom mit Faktoren z.B. aus DIN EN 13384 oder die Berechnung der Strahlungsverluste.

Nachfolgend sind einige hier nicht vollständig aufgeführte Annahmen und Vereinfachungen aufgelistet. Exakte Angaben sind den entsprechenden Produktnormen oder der Fachliteratur zu entnehmen. Für unsere Kunden mit einer Vollversion nehmen wir auch in Einzelfragen hierzu gerne Stellung.

Die verwendeten Reaktionsgleichungen der Brennstoffberechnung sowie der Wirkungsgradberechnung liegen folgende Annahmen zugrunde:

- Alle Kohlenwasserstoffe (Dioxine, Furane,,…) im Ruß und Abgas werden vernachlässigt. Die unvollständige Verbrennung wird nur durch die Bildung von Kohlenmonoxid berücksichtigt.
- Weitere Schadstoffe wie Stickoxide und Schwefeldioxid gehen ebenfalls nicht in die Berechnung mit ein.
- Alle Abgase verhalten sich wie ideales Gas, d.h. der Druck wird als konstant angenommen, die Druckabhängigkeit im Verlauf der weiteren Berechnung vernachlässigt.
- Die Verbrennungsluft besteht aus 21 Vol.% Sauerstoff und 79 Vol.% Stickstoff. Die Luftfeuchtigkeit der Verbrennungsluft wird damit mit 0 angenommen. Die Eingabefelder im Hauptformular Luftfeuchte und Lufttemperatur dienen bei Berechnungen mit Festbrennstoffen nur zur Berechnung der absoluten Feuchte und geht sonst nicht weiter in die Berechnung der Heizgase ein. Außer bei der Berechnungen mit flüssigen Brennstoffen wird nach DIN EN 267 „Automatische Brenner mit Gebläse für flüssige Brennstoffe“ eine Korrektur-Rechnung für den Einfluss der Temperatur und der Feuchte der Verbrennungsluft auf die NOx-Emissionen bei Bezugsbedingungen von 10 g/kg für die Luftfeuchte und 20 °C für die Temperatur vorgenommen werden.

## 8.2 Unterschiede Berechnungen mit gasförmigen Brennstoffen (Feuerungswärmeleistung)

Begriffe:

- **Volumenstrom**
  Gasvolumen, das je Zeiteinheit dem Kessel/Brenner bei ununterbrochenem Betrieb zugeführt wird, ausgedrückt in Kubikmeter pro Stunde (m³/h)
  Formelzeichen:
  $V$ (unter Prüfbedingungen)
  $V$r (unter Bezugsbedingungen)

- **Massenstrom**
  Gasmasse, die pro Zeiteinheit durch den Kessel/Brenner bei ununterbrochenem Betrieb verbraucht wird, ausgedrückt in Kilogramm pro Stunde (kg/h)
  Formelzeichen:
  $M$ (unter Prüfbedingungen)
  $M$r (unter Bezugsbedingungen)

- **Wärmebelastung**
  Produkt aus dem Volumen- oder Massenstrom und dem Heizwert des Gases unter denselben Bezugsbedingungen, ausgedrückt in Kilowatt (kW)
  Formelzeichen: $Q$

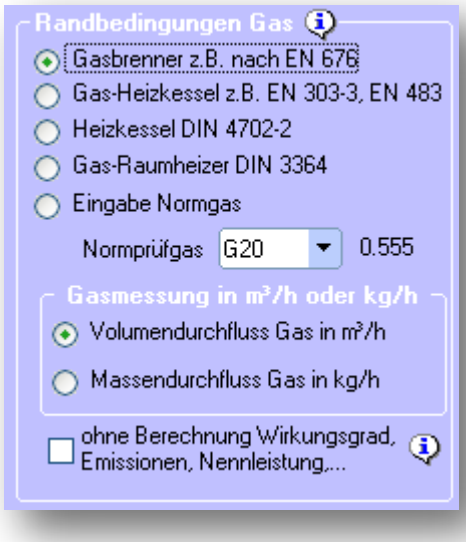
- **Nennwärmebelastung**
  Vom Hersteller angegebene Wärmebelastung, ausgedrückt in Kilowatt (kW)
  Formelzeichen: $Q$n

- **Wärmeleistung**
  Nutzbare Wärmemenge, die an den Wärmeträger pro Zeiteinheit abgegeben wird, ausgedrückt in Kilowatt (kW)
  Formelzeichen: $P$

- **Volumen im Normzustand**
  Das Normvolumen ist das Volumen, welches das Gas im physikalischen Normzustand einnimmt. Das Gasvolumen steht in direkter Abhängigkeit zur Temperatur und dem Druck über das Gesetz des idealen Gases.

- **Normzustand**
  Als Normzustand sind die Bedingungen:
  Temperatur = 0°C (273,15 K) und
  absoluter Druck = 1,01325 bar (101325 Pa, 1013,5 mbar)
  definiert.
  Dies ist notwendig, um eine einheitliche Grundlage für Berechnungen zu schaffen.

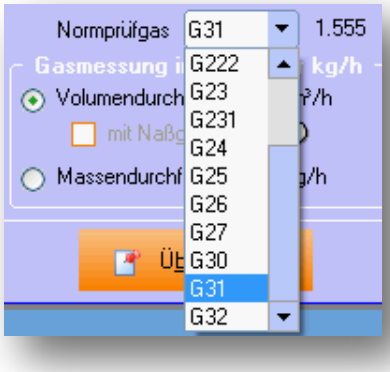
Wie im Kapitel „Formular Voreinstellungen“ erläutert, müssen für Berechnungen mit dem Brennstoff Gas unten aufgeführte Voreinstellungen vorgegeben werden:




Bei der Wahl von Berechnungen für

- Gasbrenner z.B. nach EN 676 und
- Gas-Raumheizer z.B. nach DIN 3364

muss im Formular ausgewählt werden, mit welchem Normgas gerechnet werden soll. Hiermit werden bei der Berechnung Unterschiede zwischen dem verwendeten Prüfgas und dem Gas im Normzustand berücksichtigt.




Folgende Normgase (DIN 437) lassen sich auswählen:

| Normgas | G110 | G112 | G20 | G21 | G222 | G23 | G231 | G24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dichte | 0.411 | 0.367 | 0.555 | 0.684 | 0.443 | 0.586 | 0.617 | 0.577 |

| Normgas | G25 | G26 | G27 | G30 | G31 | G32 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dichte | 0.612 | 0.678 | 0.629 | 2.075 | 1.555 | 1.476 |

Die Dichte des Prüfgases wird von firecalc anhand der Brennstoffzusammensetzung berechnet.

Nachfolgend die Erläuterung wie firecalc bei den einzelnen Einstellungen rechnet:

### 8.2.1 DIN EN 676 „Automatische Brenner mit Gebläse für gasförmige Brennstoffe“

Die Feuerungswärmeleistung QF in kW wird mit einer der beiden Formeln berechnet:

$$Q_F = 0{,}278 \cdot M_N \times H_i \text{ oder}$$

$$Q_F = 0{,}278 \cdot V_N \times H_i$$

Dabei ist

- $M_N$ der Nennmassenstrom, in kg/h, erhalten unter Normprüfbedingungen (trockenes Gas, 15 °C, 1013,25 mbar);
- $V_N$ der Nennvolumenstrom, in m³/h, erhalten unter Normprüfbedingungen (trockenes Gas, 15 °C, 1013,25 mbar)
- *H*i der Heizwert des Gases, in MJ/kg (1. Formel) oder in MJ/m3 (2. Formel).

Diese Massen- und Volumenströme werden entsprechen einer Messung und einem Durchfluss des Gases unter Normprüfbedingungen berechnet, d. h. es wird angenommen, dass trockenes Gas bei Umgebungsbedingungen von 15 °C und 1013,25 mbar vorliegt.

In der Praxis entsprechen die während der Prüfung erhaltenen Werte nicht diesen Normprüfbedingungen. Sie müssen daher auf Werte korrigiert werden, die tatsächlich erreicht worden wären, wenn während der Prüfung Normprüfbedingungen vorgelegen hätten.

Wenn die Bestimmung über das Gewicht erfolgt, wird die folgende Korrekturformel angewendet:

$$M_0 = M \sqrt{\frac{1013{,}25 + p}{p_{at} + p} \; \frac{273{,}15 + t_g}{288{,}15} \; \frac{d_r}{d}}$$

Wenn die Bestimmung über den Volumenstrom erfolgt, wird die folgende Korrekturformel angewendet:

$$V_0 = V \sqrt{\frac{1013{,}25 + p}{1013{,}25} \; \frac{p_{at} + p}{1013{,}25} \; \frac{288{,}15}{273{,}15 + t_g} \; \frac{d}{d_r}}$$

Dabei ist

- *M*0 der Massenstrom unter Normprüfbedingungen
- *M* der Massenstrom, erhalten unter Prüfbedingungen
- *V*0 der Volumenstrom unter Normprüfbedingungen am Geräteeinlass
- *V* der Volumenstrom, erhalten unter Prüfbedingungen (gemessen mit Druck (*p*at + *p*) und Temperatur *t*g)
- *p*at der Atmosphärendruck, in Millibar
- *p* der Gasdruck, gemessen im Zähler, in Millibar
- *t*g die Temperatur des Gases, gemessen im Zähler, in °C
- *d* die Dichte des trockenen Prüfgases relativ zur trockenen Luft (dimensionslos)
- *d*r die Dichte des trockenen Normprüfgases relativ zur trockenen Luft (dimensionslos)

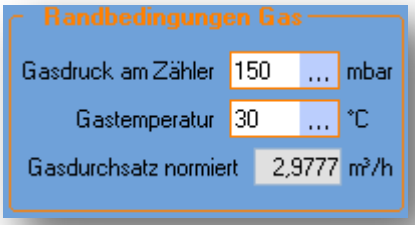
Der korrigierte Durchfluss wird nach folgender Formel berechnet:

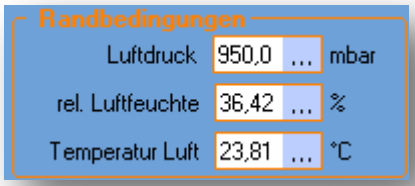
$$M_o = 1{,}226 \times V_o \times d$$

Dabei ist

- *M*0 der Massenstrom unter Normprüfbedingungen;
- *V*0 der Volumenstrom unter Normprüfbedingungen am Geräteeinlass;
- *d* die Dichte des trockenen Prüfgases relativ zur trockenen Luft

Der Gasdruck am Zähler (mbar), die Gastemperatur (°C) und der Luftdruck (Atmosphärendruck in mbar) muss bei firecalc in folgende Eingabefelder im Hauptformular eingegeben werden.




### 8.2.2 DIN EN 303-3 „Zentralheizkessel für gasförmige Brennstoffe“

Die bei der Prüfung erreichte Wärmebelastung *Q* in Kilowatt (kW) wird durch eine der beiden Ausdrücke bestimmt:

$$Q_F = 0{,}278 \cdot M_N \times H_i \text{ oder}$$

$$Q_F = 0{,}278 \cdot V_N \times H_i$$

Dabei ist:

- *Hi* Heizwert des Prüfgases (bezogen auf die Volumeneinheit) (trocken, 15 °C, 1013,25 mbar) in Megajoule pro Kubikmeter (MJ/m³) oder (bezogen auf die Masseneinheit) in Megajoule pro Kilogramm (MJ/kg)
- *M*N d er Massendurchfluss gemessen in Kilogramm pro Stunde (kg/h) des trockenen Gases.
- *VN* der Volumendurchfluss gemessen in Kubikmeter pro Stunde (m³/h) des trockenen Gases unter Normprüfbedingungen (15 °C, 1 013,25 mbar), wobei:

$$V_T = V \times \frac{p_a + p_g - p_s}{1013{,}25} \times \frac{288{,}15}{273{,}15\, t_g}$$

Dabei ist:

- *ps* der gesättigte Wasserdampfdruck bei *t*g, in Millibar (mbar)

Für die Bestimmung der anderen Symbole siehe Abschnitt 8.1.1

Der Wirkungsgrad wird mit folgender Formel errechnet:

$$\eta_u = \frac{4{,}186 \times m \times (t_2 - t_1) + D_p}{10^3 \times V_{r(10)} \times H_i}$$

Dabei ist:

- $\eta u$ der Wirkungsgrad in Prozent
- *m* die korrigierte Masse des Wassers in Kilogramm (kg)
- *Vr*(10) das während den 10 Minuten von der Prüfung verbrauchte Gas in Kubikmeter (m³), (bezogen auf 15 °C, 1 013,25 mbar, trocken)
- *Hi* der Heizwert des verwendeten Gases in Megajoule pro Kilogramm (MJ/m³) (bei 15 °C, 1013,25 mbar, trocken)
- *Dp* der Wärmeverlust der Prüfanordnung entsprechend der mittleren Vorlauftemperatur in Kilojoule (kJ) unter Berücksichtigung der Wärme der Umlaufpumpe
- *t*1, *t*2 Temperatur *t*1 am Kaltwassereintritt und am Kesselausgang *t*2 (bzw. je nach verwendeter Wassermeßstrecke)

Eine Berechnung der korrigierten Wärmebelastung des Brenners, die sich einstellen würde, wenn Normprüfbedingungen vorhanden wären (trockenes Gas, 15 °C, 1 013,25 mbar) mit Hilfe der Korrekturformeln unter Abschnitt 8.1.1 wird bei firecalc bei Berechnung nach EN 303-3 nicht durchgeführt.

### 8.2.3 DIN 4702-2 „Heizkessel, Regeln für die heiztechnische Prüfung“

Die Berechnung der Wärmeleistung erfolgt wie im vorigen Abschnitt 8.1.2 (DIN EN 303-3) erläutert, jedoch werden bei der Berechnung des Brennstoffdurchsatzes die Bezugsbedingungen **0°C (273 K)** und 1013 mbar der Berechnung zugrundegelegt.

$$V_0 = V \cdot \frac{273}{273 + t_G} \cdot \frac{b_0 + p_G - p_D}{1013}$$

- $b_0$ Atmosphärendruck, in Millibar

### 8.2.4 DIN 3364-1 „Gasverbrauchseinrichtungen - Raumheizer“

Die Berechnung der Wärmeleistung erfolgt wie im Abschnitt 8.1.1 (DIN EN 676) erläutert, jedoch befindet sich der Term für die Korrekturrechnung Prüfgas/Normgas nicht in der Wurzel. Bezugsbedingungen sind 15°C (288 K) und 1013 mbar.

$$V_R = \frac{Q_{NB} \cdot 60}{H_u} \cdot \frac{288}{273} \cdot \sqrt{\frac{273 + t_g}{288} \cdot \frac{1013}{(b_0 + p_g - \varphi \cdot p_w)}} \cdot \frac{d_R}{d}$$

- $b_0$ Atmosphärendruck, in Millibar
- $\varphi$ *relative Feuchte des Gases*

### 8.2.5 „Eingabe Normgas“

Die Berechnung der Wärmeleistung erfolgt ohne jede Korrekturrechnung. Die Bezugstemperatur der bei der Berechnung verwendeten Brennstoffanalyse wird verwendet.

Die Eingabedaten „Gasdruck“, „Gastemperatur“ und „Umgebungsluftdruck“ werden bei der Berechnung nicht berücksichtigt. Der eingegebene Brennstoffdurchsatz ist gleich „Gasdurchsatz normiert“.

Diese Option kann verwendet werden, wenn das Brennstoffdurchsatzmessgerät bereits intern eine Umwandlung (Umrechnung) auf Normbedingungen vornimmt, oder wenn eine reale Ist-Berechnung der Feuerungsleistung bzw. Brennerleistung durchgeführt werden soll.

## 8.3 Berechnung der Wärmeleistung, Verluste und Emissionen bei gasförmigen Brennstoffen

Im Formular „Voreinstellungen“ muss beim Anlegen eines neuen Projekts angegeben werden, nach welcher Produktnorm die Berechnung der Brennstoffwärmeleistung durchgeführt werden soll:

- Gas-Raumheizer nach DIN 3364-1
- Heizkessel nach DIN 4702-2
- Gasbrenner nach EN 676
- Zentralheizkessel für gasförmige Brennstoffe nach EN 303-3

Alle anderen Berechnungen z.B. des Wirkungsgrades, der Verluste, die Berechnung der Emissionen oder der Nutzleistung erfolgen nach grundlegenden Berechnungsprinzipien, auch wenn in den entsprechenden Produktnormen z.B. für einen Brenner nach EN 676 keine Wasserleistung oder ein Wirkungsgrad definiert werden.

Zum Beispiel erfolgt die Berechnung der Brennstoffkennwerte und der Abgasverluste in Anlehnung an DIN 4702-1 bzw. EN 304 (mit Berücksichtigung des reduzierten Wasserdampfvolumens im Abgas bei eventuellem Kondensationsbetrieb).

Besonderheiten DIN 3364-1

Nach DIN 3364-1 „Gasverbrauchseinrichtungen - Raumheizer“ wird hinsichtlich der Leistung nur die Wärmebelastung berechnet, siehe vorheriges Kapitel. Eine Berechnung einer „Nutzleistung“ erfolgt nicht. Gemäß DIN 3364-1 wird aber der indirekte Wirkungsgrad gemäß dem Abschnitt 4.6.9.2 berechnet.

- Als einziger Verlustwert werden die Abgasverluste qa (Wärmeanteil des trockenen Abgases und der Wärmeanteil des im Abgas enthaltenen Wasserdampfes) berechnet. Firecalc berechnet bei Berechnungen nach DIN 3364-1 diesen Verlust qa gemäß DIN 3364-1 Abschnitt 4.6.9.2.
- Der Verlust qu (Verluste durch unverbrannte Bestandteile im Abgas) wird nach DIN EN 304 bzw. DIN 4702-2 berechnet. In der Regel sind bei Gas-Raumheizern die Verluste aber so gering, dass diese zu vernachlässigen sind. Wie im Kapitel „Wirkungsgrad“ beschrieben wird der Verlust qu nur vom Anteil Kohlenstoffmonoxid im Abgas beeinflusst und spielt eine untergeordnete Rolle. Strenggenommen muss der Verlust qu nach DIN 3364-1 aber nicht berechnet werden.
- Ascheverluste qr fallen bei gasförmigen Brennstoffen nicht an.
- Verluste infolge Strahlung der Oberfläche des Wärmeerzeugers qs dürfen in dem Eingabefeld nicht angegeben werden, da es sich um Raumheizer handelt.
- Kondensationsgewinne werden von DIN 3364 nicht erfasst, können aber auf Wunsch nach DIN 4702-2 berechnet werden, wenn im Eingabefeld „Kondensatmasse“ ein Wert eingegeben wird (weiteres siehe auch im Kapitel Kondensationsberechnung).
- Emissionen erfasst DIN 3364 nur hinsichtlich CO. Werden in den entsprechenden Eingabefeldern für CO, NOx, CxHy Werte eingegeben berechnet firecalc nach grundlegenden Berechnungsprinzipien.

## 8.4 Kondensation (Berechnung)

Bei der Brennwerttechnik kondensiert ein Teil des bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe wie Heizöl oder Erdgas entstehenden Wassers aus. Zusätzlich zur fühlbaren Wärme kann dadurch die latente Wärme (Kondensation) des Wasserdampfes genutzt werden.

Der Brennstoff Heizöl EL besteht zu ca. 86,6 Gewichtsprozenten aus Kohlenstoff (C) und zu ca. 13,3 Gewichtsprozenten aus Wasserstoff (H). Heizöl EL enthält geringe Mengen an organisch gebundenem Schwefel (S) sowie Spuren von gebundenem Stickstoff (N). Bei der Verbrennung entstehen daraus als Hauptprodukte Kohlendioxid ($CO_2$) und Wasser ($H_2O$). Man kann davon ausgehen, dass bei der Verbrennung von einem Liter Heizöl ca. 0,9 Liter Wasser gebildet wird, welches bei der konventionellen Heizkessel-Technik den Kessel gasförmig verlässt.

Der Brennstoff Erdgas besteht zu ca. 75 Gewichtsprozenten aus Kohlenstoff (C) bzw. aus 92 Vol. % Methan ($CH_4$). Bei der Verbrennung von einem Kubikmeter (m³) Erdgas werden ca. 1.56 kg Wasser ($H_2O$) freigesetzt, das bei Brennwertkesseln ausgenützt werden kann.

Firecalc berechnet die Gewinne durch die Kondensationswärme nach den Berechnungsverfahren der DIN 4702-2:1990-3 "Heizkessel-Regeln für die heiztechnische Prüfung". Bei der vereinfachten Berechnung nach DIN 4702-2 wird für die Enthalpie des Wasserdampfes 2440,0 kJ/kg und für die Dichte des Wasserdampfs 1,302 kg/m³ angenommen.

Die berechneten Gewinne durch Kondensation erhöhen den feuerungstechnischen Wirkungsgrad und damit die Nutzleistung.

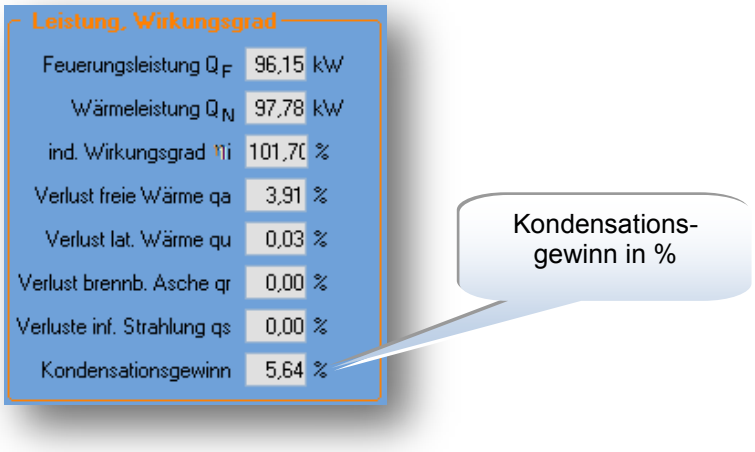
Als Zwischenergebnis wird die gemessene Kondensatmasse pro kg bzw. pro m³ (bei Gas) verbranntem Brennstoff berechnet.

Eingabefelder für die Kondensationsrechnung im Hauptformular:

Da es sich um eine vereinfachte Berechnung handelt, wird nach DIN 4702-2 angenommen, dass die Temperatur des Kondensats 25°C beträgt. Das Abgaskondensat was als Tröpfchenform mit dem Abgas entweicht bleibt ebenfalls nach DIN 4702-2 .unbestimmt.

Bei dem Eingabefeld „Temperatur Kondensat“ handelt es sich bis auf weiteres um ein informatives Eingabefeld, dessen Wert nicht bei der Berechnung des Kondensationsgewinns berücksichtigt wird. Eine detaillierte und komplexe Berechnung der Kondensationsgewinne befindet sich in Vorbereitung.

Ausgabe "Kondensationsgewinn im Feld "Leistung und Wirkungsgrad":


Leistung, Wirkungsgrad
Feuerungsleistung $Q_F$ 96,15 kW
Wärmeleistung $Q_N$ 97,78 kW
ind. Wirkungsgrad ηi 101,70 %
Verlust freie Wärme qa 3,91 %
Verlust lat. Wärme qu 0,03 %
Verlust brennb. Asche qr 0,00 %
Verluste inf. Strahlung qs 0,00 %
Kondensationsgewinn 5,64 %
Kondensations-
gewinn in %

## 8.5 Wirkungsgrad (direkt, indirekt)

### Feuerungsleistung $Q_F$

Die Feuerungsleistung ist die Wärmeleistung, die der Feuerstätte mit dem Brennstoff zugeführt wird, wobei der Heizwert Hu zugrunde gelegt wird (Hu= unterer Heizwert, ohne Nutzung der im Abgas vorhandenen Wasserdampfenergie).

### Direkter Wirkungsgrad η(direkte Methode)

Bei dieser Methode wird der Wirkungsgrad (eta) direkt über die abgegebene Nutzwärme bestimmt. Der Wirkungsgrad nach der direkten Methode ist das Verhältnis von eingesetzter Leistung (Brennstoffenergiestrom $Q_B$) zur nutzbaren Leistung (Nutzenergiestrom $Q_N$ oder Nennleistung) in Prozent. Die erzeugte Wärme wird auf einen Wärmeträger übertragen, z. B. Wasser.

$$\eta_K = \frac{Q_N}{Q_F} \times 100 = \frac{m \times c_p \times (T_V - T_R)}{H_U \times B}$$

$\eta_K$= direkter Wirkungsgrad (Kesselwirkungsgrad)
$Q_N$ = Nutzleistung (Nennleistung, Output)
$m$ = Wasserdurchfluß [kg/h]
$c_p$ = spezifische Wärmekapazität des Wärmeträgers [kJ/kgK] (Wasser ~4,2 kJ/kgK)
$T_V$ = Vorlauftemperatur [K] (bzw. je nach verwendeter Wassermeßstrecke)
$T_R$ = Rücklauftemperatur [K] (bzw. je nach verwendeter Wassermeßstrecke)
$H_u$ = Heizwert des Brennstoffes [kJ/kg]
$B$ = Brennstoffdurchsatz [kg/h]

firecalc berechnet die spezifische Wärmekapazität von Wasser getrennt nach Vorlauf- und Rücklauftemperatur der Wasser-Meßstrecke um eine höhere Berechnungsgenauigkeit zu erzielen.

### Indirekter Wirkungsgrad $\eta_i$ (indirekte Methode, feuerungstechnischer Wirkungsgrad)

In der Praxis ist das direkte Messen der zugeführten und nutzbar abgegebenen Wärme insbesondere bei Raumheizern schwierig oder teilweise unmöglich. Deshalb begnügt man sich bei Messungen meistens mit der Bestimmung des Wirkungsgrades nach der indirekten Methode. Der Wirkungsgrad nach der indirekten Methode in Prozent entspricht der eingesetzten Leistung (Brennstoffenergiestrom $Q_B$, Feuerungsleistung) minus der Verluste (plus der Kondensationswärme, wenn vorhanden).

$$\eta_i = \frac{Q_N}{Q_F} \times 100 = \frac{Q_F - \sum Q_{Verluste} + Q_K}{Q_F} \times 100 = 100 - \frac{\sum Q_{Verluste} + Q_K}{Q_F} = 100 - (Q_A + Q_U + Q_F + Q_S) + Q_K$$

$eta_i$ = indirekter Wirkungsgrad
$Q_N$ = Nutzleistung (Nennleistung, Output)
$Q_F$ = Feuerungsleistung (Input)
$Q_A$ = Abgasverluste durch freie Wärme
$Q_U$ = Abgasverluste durch unverbrannte Gase
$Q_F$ = Abgasverluste durch brennbare Rückstände (siehe auch bei Ascheverluste)

$Q_S$ = Verluste durch Strahlung der Feuerstättenoberfläche bei Aufstellung z.B. im Heizungsraum (bei Raumheizern nicht vorhanden da Gewinne), siehe auch Formular Strahlungsverluste
$Q_S$ = Kondensationsgewinne

### Abgasverluste durch freie Wärme $Q_A$

Wenn die Abgase die Feuerstätte verlassen, besitzen sie noch eine höhere Temperatur als die Luft und der Brennstoff bei Eintritt in die Feuerung. Diese Differenz des Wärmeinhaltes der Heizgase stellt den bedeutendsten Verlust dar. Wenn auch anzustreben ist ihn möglichst klein zu halten, so sind hierfür doch Grenzen gesetzt. Einmal muss der notwendige Förderdruck (Kaminzug) gesichert sein, zum anderen muss durch genügend hohe Abgastemperatur der Tauwasserbildung (in der Abgasabfuhr) im Schornstein und der Korrosion in der Feuerstätte vorgebeugt werden.

### Verluste durch unverbrannte Gase $Q_U$

Von den im Abgas etwa noch vorhandenen unverbrannten Gasen spielt praktisch nur der Kohlenmonoxidgehalt eine Rolle. Der anteilsmäßige Verlust lässt sich berechnen.

### Verluste durch brennbare Rückstände $Q_F$

Im Rostdurchfall ist je nach Beschaffenheit des Brennstoffes und der Betriebsweise der Feuerung eine mehr oder weniger große Menge an Unverbranntem (Kohlenstoff) enthalten.

### Verluste infolge Strahlung $Q_S$

Verluste über heiße Oberflächen des Wärmeerzeugers ohne dem Wärmeträger von Nutzen zu sein z.B. bei Aufstellung in den nichtbeheizten Bereichen (wird bei Raumheizern nicht berücksichtigt). Der Strahlungsverlust hängt von der Größe der nicht oder unzureichend wärmegedämmten Kesselbeschlagteile, z.B. Kesseltüren, Kessel, Boiler, Rohren und Ventilen und von der Wärmedämmung des Heizkessels ab.

### Kondensationsgewinne $Q_S$

Wird bei einem Brennwertkessel das Abgas soweit abgekühlt, dass das bei der Verbrennung verdampfte Wasser kondensiert, kann die dabei freiwerdende Kondensationswärme der Nutzenergie zugute kommen.

## 8.6 Export MS-Word und RTF-Format

Für die Erstellung eines Worddokuments aus firecalc muss Microsoft-Word auf dem PC vorhanden sein, ansonsten erfolgt eine Fehlermeldung und der Abbruch dieser Funktion. Falls Microsoft-Word nicht vorhanden ist, kann die Exportfunktion ins rtf-Format verwendet werden (siehe weiter unten).

Die Erstellung eines Worddokuments aus firecalc geschieht mittels einer im Anwendungsverzeichnis von firecalc abgelegten Vorlagendatei (*.dot), die im Hintergrund geladen und bearbeitet wird. Beim Speichern der Datei sollte als Format *.doc gewählt werden.

Die Exportfunktion wurde für Microsoft Word 2003 erstellt und optimiert. Mittlerweile gibt es viele verschiedene Wordversionen für Microsoft Windows, ohne die verschiedenen Updates und Servicepacks mitzuzählen. Leider kann nicht garantiert werden, dass die Word-Exportfunktion auf alle möglichen Wordversionen und Wordkonfigurationen fehlerfrei anwendbar ist.

Aus diesem Grunde wurde auch eine Exportfunktion ins rtf-Format programmiert.

RTF ist die Abkürzung für "Rich Text Format" auf Deutsch "erweitertes Textformat". RTF ist ein spezielles Dateiformat, das für den Datenaustausch formatierter Texte zwischen verschiedenen Textverarbeitungsprogrammen entwickelt wurde. Vorteil des RTF-Formates: Durch dessen Verwendung bleibt die Formatierung von Textdateien auch beim Austausch von Dokumenten zwischen Softwareprodukten unterschiedlicher Hersteller erhalten. Nachteil: Nicht alle Formatierungsmöglichkeiten komplexer Textverarbeitungen wie Microsoft Office werden berücksichtigt.

## 8.7 Datensicherung und Datenwiederherstellung

Sowohl die im Lieferumfang enthaltenen als auch die vom Anwender erarbeiteten Daten werden in der firecalc Datenbank abgelegt, wenn durch die Option „Speichern“ die Datensätze in die Datenbank gesichert werden.

Eine automatische Archivierung der Datenbankinhalte findet nicht statt. Um Datenverluste zu vermeiden, wird empfohlen, regelmäßige Sicherheitskopien der Datenbank anzulegen und diese auf einem anderen Speichermedium bzw. auf einem externen Datenträger abzulegen.

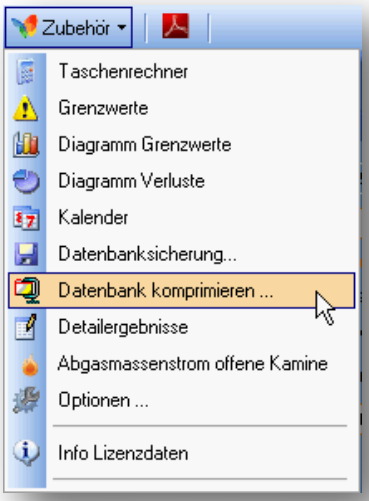
Im Falle eines Computerabsturzes oder Programmfehlers bleiben sämtliche Daten bis zum letzten Speichervorgang erhalten. Kehren Sie nach erneutem Programmstart in das betreffende Projekt zurück und setzen Sie die Bearbeitung an der entsprechenden Stelle fort.

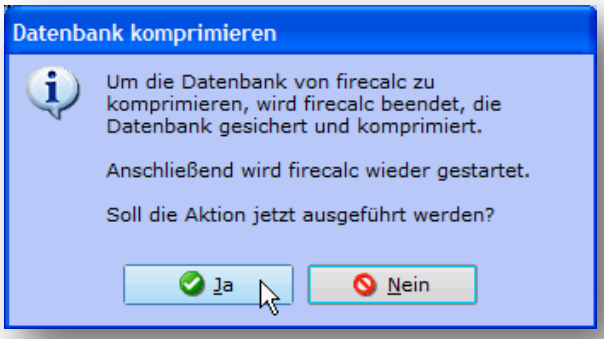
Eine Sicherung und Komprimierung der Datenbank, erfolgt durch Auswahl in der Menüleiste „Zubehör“ und Klick auf „Datenbanksicherung“. Anschließend erfolgt ein Hinweisfenster über die erfolgreiche Sicherung.

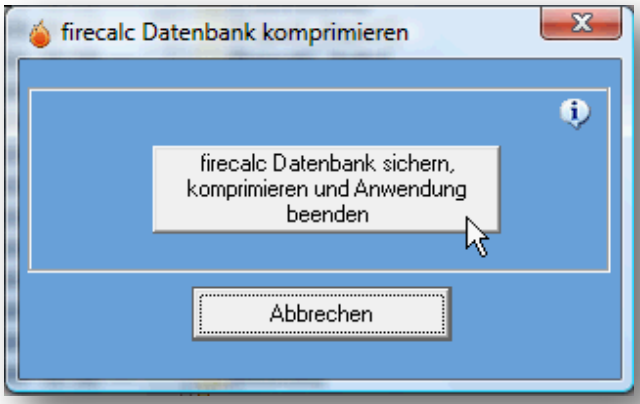
Nach vielen Änderungen etc. kann es unter Umständen dazu kommen, dass die firecalc- Datenbank größer wird als der eigentliche Inhalt der gespeicherten Daten. Hierdurch kann es unter Umständen auch zu Geschwindigkeitseinbußen bei den Datenbankzugriffen kommen.

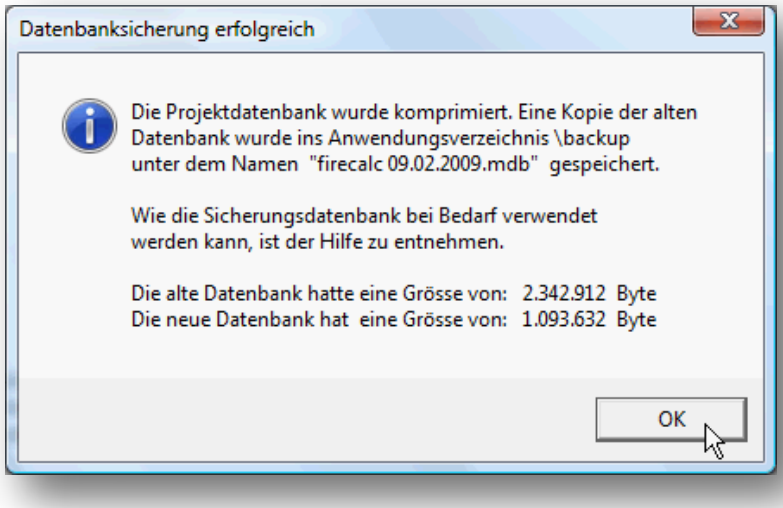
Durch die in diesem Kapitel beschriebene Aktion wird die Datenbank neben der Sicherung der alten Datenbank auch komprimiert um unnütz belegten Speicherplatz wieder freizugeben.

Durch Auswahl in der Menüleiste „Zubehör“ -> „Datenbank komprimieren“ wird ein Dienstprogramm gestartet, das die Komprimierung durchführt. Da für die Komprimierung die Stammdatenbank geschlossen werden muss, wird firecalc beendet, die Operation durchgeführt und anschließend wieder gestartet. Die einzelnen Schritte müssen entweder bestätigt oder abgebrochen werden. Bitte denken Sie daran, vor dem beenden von firecalc einen eventuell geänderten und noch nicht gespeicherten Datensatz zu speichern.





Datenbank komprimieren
Um die Datenbank von firecalc zu komprimieren, wird firecalc beendet, die Datenbank gesichert und komprimiert.
Anschließend wird firecalc wieder gestartet.
Soll die Aktion jetzt ausgeführt werden?
Ja
Nein





Datenbanksicherung erfolgreich
Die Projektdatenbank wurde komprimiert. Eine Kopie der alten Datenbank wurde ins Anwendungsverzeichnis \backup unter dem Namen "firecalc 09.02.2009.mdb" gespeichert.
Wie die Sicherungsdatenbank bei Bedarf verwendet werden kann, ist der Hilfe zu entnehmen.
Die alte Datenbank hatte eine Grösse von: 2.342.912 Byte
Die neue Datenbank hat eine Grösse von: 1.093.632 Byte
OK

Die Sicherungsdatei der firecalc-Datenbank wird im Anwendungsverzeichnis von firecalc (Standardmäßig im Verzeichnis *c:\Program Files\firecalc\backup\ oder c:\Programme\firecalc\backup* angelegt. Der Dateiname setzt sich aus dem Namen *firecalc + {Sicherungsdatum}.mdb* zusammen, z.B. *firecalc 09-02-2009.mdb*.

Falls die verwendete Datenbank *firecalc.mdb* beschädigt ist, bitte die Datei firecalc+ Sicherungsdatum".mdb in firecalc.mdb umbenennen und die beschädigte Datenbank mit der gesicherten Datenbank überschreiben.

Die firecalc-Datenbank *firecalc.mdb* befindet sich im Anwendungsverzeichnis von firecalc (Standardmäßig im Verzeichnis *c:\Program Files\firecalc\Datenbank\ oder c:\Programme\firecalc\Datenbank*.

## 8.8 Fehlerbehandlung

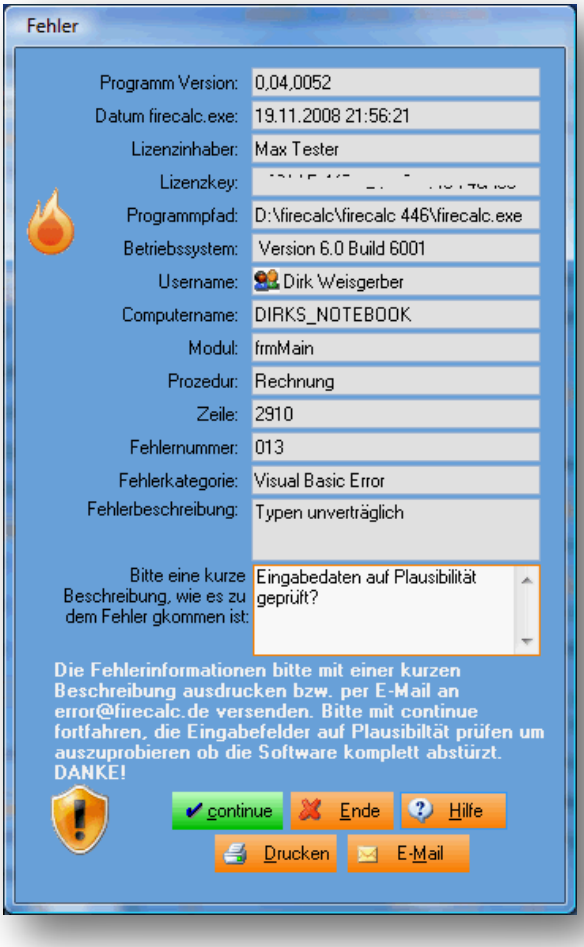
Leider kann es nicht ausgeschlossen werden, dass sich Programmierfehler in firecalc eingeschlichen haben. Hierfür entschuldigen wir uns.

Bei der Vielzahl der möglichen Hard- und Softwarekombinationen sind Wechselwirkungen und Inkompatibilitäten die zu Programmfehlern oder zu abweichenden Ergebnissen führen leider auch nicht auszuschließen.

Auch ist es möglich, dass Eingaben zu Berechnungsergebnissen führen, die den Wertebereich des Programms überschreiten und nicht mehr verarbeitet werden können.

In den meisten Fällen wird bei Auftreten von Fehlern eine Fehlerbehandlungsroutine aktiviert um auf mögliche Probleme aufmerksam zu machen.

Bei Auftreten eines erkannten Fehlers erscheint folgendes Hinweisfenster:


Fehler
Programm Version: 0,04,0052
Datum firecalc.exe: 19.11.2008 21:56:21
Lizenzinhaber: Max Tester
Lizenzkey:
Programmpfad: D:\firecalc\firecalc 446\firecalc.exe
Betriebssystem: Version 6.0 Build 6001
Username: Dirk Weisgerber
Computername: DIRKS_NOTEBOOK
Modul: frmMain
Prozedur: Rechnung
Zeile: 2910
Fehlernummer: 013
Fehlerkategorie: Visual Basic Error
Fehlerbeschreibung: Typen unverträglich
Bitte eine kurze Beschreibung, wie es zu dem Fehler gkommen ist:
Eingabedaten auf Plausibilität geprüft?
Die Fehlerinformationen bitte mit einer kurzen Beschreibung ausdrucken bzw. per E-Mail an error@firecalc.de versenden. Bitte mit continue fortfahren, die Eingabefelder auf Plausibiltät prüfen um auszuprobieren ob die Software komplett abstürzt. DANKE!
continue
Ende
Hilfe
Drucken
E-Mail

In dem Fenster sind Hinweise, an welcher Stelle der Fehler im Programm aufgetreten ist, Informationen über das verwendete Betriebssystem, die firecalc-Lizenzdaten und die verwendete Version von firecalc enthalten.

Um eine Verbesserung und Weiterentwicklung der Software zu gewährleisten wäre es sehr hilfreich, wenn Sie uns auf den Fehler aufmerksam machen und uns z.B. diese Fehlerbeschreibung zumailen würden. Mit Klick auf den Button „E-Mail“ wird das Standard E-Mail Programm gestartet und die Fehlerinformationen können an error@firecalc.de gesendet werden.

Hier wäre es auch sehr hilfreich, uns weitere Informationen zukommen zu lassen:

1. Welcher Fehler trat auf?
2. Wann trat der Fehler auf?
3. Lässt sich das Problem reproduzieren? Auf welche Weise?
4. Wie war der Weg, bis das Problem auftrat?
5. Welches Betriebssystem wird verwendet?
6. Falls Ihr Computer ein Dialogfeld mit einer Fehlermeldung angezeigt hat, geben Sie bitte den vollständigen Text der Meldung sowie den Fenstertitel des Dialogfelds an.
7. Falls die Fehlerbehandlung von firecalc aktiv wurde, geben Sie bitte alle Informationen an, die im Hinweisfenster angegeben werden, siehe hierzu auch die Informationen im Kapitel Fehlerbehandlung.

So viele Informationen wie möglich sind immer hilfreich.

Wir werden uns bemühen schnellstmöglich Kontakt mit Ihnen aufzunehmen.

Vielen Dank für Ihre Hilfe.

Folgende weitere Möglichkeiten bestehen:

- Button „continue“
  Das Programm versucht den Fehler zu überspringen. Falls keine Folgefehler auftreten (das Fehlerfenster wird in diesem Fall wieder aktiviert) sollten alle Eingabe- und Ergebnisse kritisch auf Plausibilität geprüft werden. Bevor weitere Berechnungen durchgeführt werden, sollte der aktuelle Datensatz gespeichert werden.
- Button „Drucken“
  Die Fehlerinformation können auf den Standarddrucker ausgedruckt werden
- Button „Hilfe“
  Einige Informationen, die auch in diesem Kapitel stehen, werden angezeigt.
- Button „Ende“
  firecalc wird geschlossen, alle nicht gespeicherten Informationen gehen verloren.

Bei der Arbeit mit firecalc können auch andere Fehlermeldungen auftreten, beispielsweise die Meldung „Allgemeine Schutzverletzung“. Diese Fehler werden vom Betriebssystem generiert und haben im Allgemeinen mit firecalc nichts zu tun. Diese Fehler sind vor allem in unzureichenden Systemressourcen, defekten Hardwarekomponenten oder einer anderen fehlerhaften Software zu suchen. firecalc wird bei solchen Fehlern normalerweise abgebrochen und ihr PC sollte neu gestartet werden.

Die Fehlerbehandlung kann bei Bedarf ausgeschaltet werden, siehe Kapitel „Fehlerbehandlung“.

## 8.9 Bekannte Probleme

Diese Liste an Software-Problemen ist uns bereits bekannt. Falls neue unerwartete Probleme erscheinen, bitten wir um Informationen unter support@firecalc.de. Wenn möglich werden wir versuchen zeitnah eine Lösung zu finden.

Bitte beachten**:** Es sollte stets die neueste Version der Software verwendet werden, und ältere Versionen nur dann, wenn es nicht möglich ist, die aktuelle zu verwenden.

**Ältere Betriebssysteme**

Für ältere Betriebssysteme als Windows XP Service Pack 2 wurde die Software nicht getestet.

**Erstellung von Microsoft Word Dateien**

Siehe Erläuterungen im Kapitel „Export MS-Word und RTF-Format“

**Erstellung einer pdf-Datei**

Im Falle, dass firecalc im Computer Stammverzeichnis installiert wurde (wie empfohlen z.B. unter c:\Programm\firecalc*.*) aber keine Administrator- oder Poweruserrechte für den Anwender vorliegen, kann es bei einer pdf-Erstellung von firecalc insbesondere mit Microsoft Windows Vista zu Fehlermeldungen kommen, oder diese Funktion kann nicht durchgeführt werden (die Vorlagendatei wird geladen aber nicht die gewünschte Ausgabedatei).

Eine Lösung ist, firecalc auf einen anderen Datenträger (z.B. d:\firecalc*.*) zu installieren für den in der Regel volle Zugriffsrechte für den Anwender bestehen.

**Erstellung einer RTF-Datei**

Die im Vorschaufenster angezeigte RTF-Datei wird ggf. aus programmtechnischen Gründen nicht korrekt dargestellt (Zeilenumbrüche, Tabellenfelder, Ränder). Wird die entsprechende Datei gespeichert und mit einem Textverarbeitungsprogramm geöffnet, sollte die Datei korrekt erstellt werden.

**Deinstallation von firecalc**

Im Falle, dass firecalc deinstalliert wird, kann es vorkommen, dass Dateien die nach der Installation erzeugt werden (z.B. Exportdateien oder Datenbanksicherungen) nicht durch die Deinstallationsroutine erkannt werden. Alle neuen Dateien sollten nach der Erstellung auf einem anderen Datenträger oder in ein anderes Verzeichnis verschoben (und gesichert) werden.

**Updates funktionieren nicht**

**Problem:** Update heruntergeladen und installiert, aber alte Version wird gestartet. In diesem Falle können die alten Dateien durch die Installationsroutine durch neue Dateien ersetzt werden (z.B. eine neue Version von firecalc.exe oder eine optimierte Datenbankdatei firecalc.mdb) da der Benutzer nicht die Zugriffsrechte auf das Installationsverzeichnis von firecalc besitzt oder die falschen Zugriffsrecht eingestellt worden sind. Es werden Administratorrechte benötigt.

Eine Lösung wäre es, firecalc auf einen anderen Datenträger (z.B. d:\firecalc*.*) neu zu installieren für den in der Regel volle Zugriffsrechte für den Anwender bestehen.

**Amerikanische und Europäische Tastatureinstellung (Dezimalpunkt bzw. Dezimalkomma)**

Bei Microsoft Windows XP kann unter der "Systemsteuerung" -> "Ländereinstellungen" oder Microsoft Windows Vista "Systemsteuerung" -> „Regions- und Sprachoptionen" -> „Zahlenformat“ vom der Deutschen Einstellungen „Dezimalkomma“ in „Dezimalpunkt“ umgestellt werden.

Es wird dringend empfohlen „firecalc“ mit einer der beiden Einstellungen konstant zu betreiben. Falls bei der Benutzung von firecalc zwischen den Änderungen gewechselt wird, oder per Export ein Datensatz von einem System mit der einen Einstellung auf ein PC System mit der anderen Einstellung übertragen wird, kann es vorkommen, dass z.B. der Dezimalpunkt als 1000er Trennzeichen interpretiert wird. In diesen Fällen berechnet firecalc falsche Ergebnisse bzw. bei der Plausibilitätskontrolle kommen im besten Fall Warnungen.

# 9 Hinweise

Alle in dieser Dokumentation und in der Software firecalc enthaltenen Angaben, Daten, Ergebnisse etc. wurden nach bestem Wissen und Gewissen erstellt und mit Sorgfalt geprüft. Dennoch sind inhaltliche Fehler nicht auszuschließen. Daher erfolgen die Angaben ohne jegliche Ver-

pflichtung oder Garantie. Es wird keinerlei Haftung für vorhandene inhaltliche Unrichtigkeiten übernommen.

Ebenso wurde die Berechnungssoftware firecalc nach bestem Wissen und Gewissen auf korrekte Berechnungsergebnisse und Fehlerfreiheit überprüft. Die Verwendung der Software geschieht freiwillig und auf eigenes Risiko. Da bei jeder Software immer ein Restrisiko auf Fehler bestehen kann, hat der Anwender vorsorgliche Maßnahmen zu ergreifen, um eventuelle Schäden durch Programmfehler im Voraus abzuwenden. Dazu gehört z.B. eine regelmäßige Datensicherung.

In der Software firecalc können sich Fehler eingeschlichen haben. Alle Angaben und Ergebnisse sind unverbindlich, Rechenirrtümer sind vorbehalten. Bei der Vielzahl der möglichen Hard- und Softwarekombinationen sind Wechselwirkungen und Inkompatibilitäten die auch zu abweichenden Ergebnissen führen können nicht auszuschließen.

Diese Software ist durch die Benutzung durch Fachleute vorgesehen. Es stellt keinen Ersatz für Ihr fachliches Wissen und keinen Ersatz für Ihr fachliches Urteilsvermögen dar. Das Programm firecalc sollen der Unterstützung bei der feuerungstechnischen Berechnung dienen und stellt keinen Ersatz für unabhängige Bewertung und Anwendbarkeit dar. Jedes Ergebnis sollte durch Gegenrechnungen und Plausibilitätskontrollen überprüft und beurteilt werden.

Weiterhin wird darauf hingewiesen, dass es bei den vielen unterschiedlichen Konfigurationen einschließlich unterschiedlich verwendeter Hardware nicht auszuschließen ist, dass die Software den Computer ungewollt beendet oder in anderer Weise zum Absturz bringen kann oder auf einem oder mehreren Computern unterschiedlicher Peripherie nicht lauffähig ist oder andere Ergebnisse erzielt.

Zur Vermeidung von Datenverlust sollen regelmäßig Sicherheitskopien gefertigt werden.

Für einen fehlerfreien Betrieb dieser Software gibt es keine Garantie, insbesondere wird jede Haftung für Folgeschäden, die sich aus der Verwendung dieses Softwareproduktes ergeben könnten, ausgeschlossen. Das Betriebsrisiko liegt allein beim Benutzer.

20.01.2009

Dirk Weisgerber

München

# 10 Literatur

Das Programm firecalc basiert auf diversen Normen bzw. Richtlinien (DIN, DIN EN, Fachregeln des Kachelofen- und Luftheizungsbauerhandwerks,...). Wir setzen voraus, dass Ihnen die entsprechenden Normen bzw. Richtlinien im Original vorliegen. Der Erwerb von firecalc entbindet Sie also nicht, auf die Anschaffung der entsprechenden Normen bzw. Richtlinien zu verzichten.

Sie erhalten die Normen/Richtlinien/Zertifizierungsgrundlagen DINPlus über folgende Kontaktadressen:

Beuth Verlag GmbH
Burggrafenstr. 6
10787 Berlin
**http://www.beuth.de**

Zentralverband SHK
Rathausallee 6
53757 St. Augustin
**http://www.zentralverband-shk.de**

DIN CERTCO Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH
Alboinstr. 56
D-12103 Berlin
**http://www.dincertco.de**

Der korrekte Einsatz von firecalc setzt zwingend die Kenntnis der jeweiligen Normen oder Richtlinie voraus. In der vorliegenden Anleitung oder der Hilfe werden keine Grundlagen einer Norm oder einer Richtlinie vermittelt!

# 11 Lizenz- und Haftungsbedingungen

Lizenz- und Haftungsbedingungen der Software firecalc

Autor:
Dirk Weisgerber
[firecalc]
Salierstrasse 4
D-81543 München
(Stand: 01.05.2009)

Bitte lesen Sie sich diese Lizenz- und Haftungsbedingungen für die Berechnungssoftware firecalc (im folgenden Software genannt) sorgfältig durch. Durch eine Installation, das Kopieren oder einer anderweitigen Verwendung der Software erklären Sie sich mit diesen Bedingungen einverstanden. Wenn Sie mit diesen Lizenz- und Haftungsbedingungen nicht einverstanden sind, ist Ihnen das Installieren oder eine anderweitige Verwendung der Software untersagt.

LIZENZBEDINGUNGEN

1. Alle Rechte an dem Softwareprogramm liegen bei Dirk Weisgerber (im folgenden Autor genannt), Salierstrasse 4, 81543 München.

2. Die Software ist nach bestem Wissen und Gewissen entworfen worden. Eine fehlerfreie Funktion unter allen möglichen Bedingungen lässt sich aber vom Autor nicht garantieren. Der Autor ist bemüht, erkannte Fehler zu korrigieren und die Software weiterhin anzupassen. Beachten Sie die folgenden Hinweise zur Bedienung:
2.1. Führen Sie vor der Installation stets eine Datensicherung durch und wiederholen Sie regelmäßig und in kurzen Abständen eine Sicherung Ihrer Daten.
2.2. Beenden Sie vor der Installation alle laufenden Programme.
2.3. Wenn Sie die Software in einem Computer-System einsetzen wollen, von dessen einwandfreier Funktion Sie in irgendeiner Weise abhängig sind, dann testen Sie die Software zuvor unbedingt in einer Computer-Umgebung von deren einwandfreier Funktion Sie nicht abhängig sind.

3. Quantität und Qualität der Software können Sie vor dem Erwerb einer Vollversion testen. Die Test-Version enthält bereits alle Funktionen, d. h. sie ist gegenüber der Vollversion nicht eingeschränkt. Einzig auf der Fenster-Titelleiste, in den Ausdrücken und den pdf-Dateien ist ein Hinweis auf die Testversion enthalten.

4. Die unregistrierte, aber voll funktionsfähige Testversion darf zu Testzwecken 15 Nutztage (bzw. maximal 45 Kalendertage nach dem Erstaufruf) benutzt werden. Nach Bezahlung der Lizenzgebühr können Sie das Programm zeitlich unbeschränkt auf einem PC nutzen. Ein Anspruch auf Weiterentwicklung oder Korrektur von Fehlern in der Software besteht jedoch nicht.

5. Durch den Kauf erlangt der Lizenznehmer lediglich das Eigentumsrecht an dem Datenträger, nicht jedoch Rechte an der Software selbst. Sämtliche Rechte an der Software bleiben beim Autor, insbesondere, aber nicht nur, Veröffentlichungs-, Vervielfältigungs-, Bearbeitungs- und Verwertungsrechte. Der Autor erteilt dem Lizenznehmer lediglich ein einfaches (nicht ausschließliches) und persönliches, zeitlich unbefristetes Nutzungsrecht an der Software. Dieses Nutzungsrecht wird nachfolgend Lizenz genannt.

6. Der Lizenznehmer darf die Software, sofern es sich um eine registrierte Vollversion handelt, auf einem einzelnen Arbeitsplatz (Computer) installieren bzw. freischalten. Jede weitere Installation bzw. Freischaltung auf einem weiteren Arbeitsplatz ist nicht zulässig. Falls die registrierte Vollversion dieser Software über ein Netzwerk zur Ausführung bereit steht, so muss die Anzahl Ihrer Lizenzen größer oder gleich der Anzahl der PCs sein, auf denen diese Software ausgeführt werden kann. Wenn diese Software z.B. auf 4 verschiedenen PCs oder Notebooks im Netzwerk ausgeführt werden würde, so benötigen Sie mindestens 4 registrierte Aktivierungsschlüssel, unabhängig davon, ob diese Software tatsächlich Gleichzeitig auf allen PCs ausgeführt wird. Der Lizenznehmer darf zu Sicherungszwecken beliebig viele Kopien des Datenträgers erstellen.

7. Eine Weitergabe der Software an Dritte ist nicht zulässig.

8. Bei der Testversion gibt es bezüglich der Weitergabe an Dritte keine Ausnahme. Es ist nicht gestattet, die Testversion weiterzugeben.

9. Die Software ist urheberrechtlich zugunsten des Autors geschützt. Urheberrechtsvermerke und Lizenznummern dürfen weder in der Software selbst noch in eventuell erstellten Sicherungskopien entfernt werden. Es ist ausdrücklich verboten, das Computerprogramm oder das schriftliche Material ganz oder teilweise in ursprünglicher oder abgeänderter Form zu kopieren oder anderweitig zu vervielfältigen.

10. Verstößt der Lizenznehmer gegen die Bedingungen dieses Vertrags, verwirkt er das Nutzungsrecht. In diesem Fall hat er unverzüglich die Originalsoftware sowie sämtliche in seinem Besitz befindlichen Installationen und eventuellen Sicherungskopien sowie den Freischalt-Code zu vernichten oder auf Verlangen vom Autor zu übergeben. Der Lizenznehmer haftet dem Autor für sämtliche aus Vertragsverletzungen entstehenden Schäden.

11. Dem Lizenznehmer ist es untersagt, die Software abzuändern, zu übersetzen, zurückzuentwickeln, zu entkompilieren oder zu entassemblieren, das schriftliche Material zu übersetzen, abzuändern oder zu vervielfältigen, abgeleitete Werke aus der Software oder dem schriftlichen Material zu erstellen.

12. Der Autor behält sich das Recht vor, die Software nach eigenem Ermessen zu aktualisieren und neue oder korrigierte Versionen herzustellen.

13. Diese Lizenzbedingungen erstrecken sich – auch ohne erneute Mitteilung – ebenfalls auf alle eventuellen Updates oder Ergänzungen. Sofern zur Inbetriebnahme oder zum Download von Updates Passwörter oder Schlüsselnummern mitgeteilt werden, ist über diese Stillschweigen zu bewahren, d.h. diese Informationen dürfen keinesfalls an Dritte weitergegeben werden. Des Weiteren gelten die Allgemeinen Geschäftsbedingungen des Autors.

14. Die Software darf nicht auf Computern, Rechnern eingesetzt werden, bei denen eine Fehlfunktion zu Schäden an Leib, Leben oder Sachen von erheblichem Wert führen kann. Der Lizenznehmer muss die Bedienungsanleitung und Dokumentation der Software beachten sowie für eine regelmäßige Datensicherung sorgen.

15. Eine Dokumentation zur Software bzw. das Handbuch wird nicht in gedruckter Form zur Verfügung gestellt. Die Software enthält dieses Handbuch als pdf-Datei und enthält eine Online-Hilfe, welche Hilfestellungen zu einigen Programmteilen bereitstellt.

16. Im Falle einer Lizenzierung findet eine Speicherung Ihrer Daten ausschließlich zu Abrechnungszwecken statt. Dieses geschieht zeitlich unbegrenzt in digitaler Form. Eine weitere Datenverwertung, insbesondere zu Werbezwecken oder eine Weitergabe an Dritte, findet nicht statt.

17. Diese Software ist durch die Benutzung durch Fachleute vorgesehen. Es stellt keinen Ersatz für Ihr fachliches Wissen und keinen Ersatz für Ihr fachliches Urteilsvermögen dar. Das Programm firecalc sollen der Unterstützung bei der feuerungstechnischen Berechnung dienen und stellt keinen Ersatz für unabhängige Bewertung und Anwendbarkeit dar. Jedes Ergebnis muss durch Gegenrechnungen und Plausibilitätskontrollen überprüft und beurteilt werden.

18. Produktunterstützung: Hilfe und Support zu sämtlichen Anliegen dieser Software erhalten Sie unter support@firecalc.de

19. Bestellung. Nach verbindlicher Absendung des Bestellformulars erhalten Sie von uns eine Rechnung für diese Software. Nach vollständigem Zahlungseingang wird Ihnen der Aktivierungsschlüssel umgehend per E-Mail (optional per Post) zugesendet. Weitere Angaben und Details zur Aktivierung finden Sie direkt in dieser E-Mail.

19. Preise. Die Preise der Software finden Sie auf der Website www.firecalc.de. Die genannten Preise, sofern nicht anders gekennzeichnet, richten sich in erster Linie an Firmenkunden und verstehen sich daher Netto zzgl. 19% deutscher Umsatzsteuer. Für Kunden innerhalb der EU erfolgt die Rechnungslegung bei Angabe einer gültigen Ust-ID Nummer Netto.

19. Rückgabe/Umtausch. Bei dieser Software handelt es sich um eine individuelle Anpassung. Daher ist diese Software von Garantie, Umtausch und Rückgabe ausgeschlossen. Sobald Ihnen ein Aktivierungsschlüssel der Software von uns übermittelt wurde, ist der rechtsverbindliche Kauf zur Gänze abgeschlossen und kann unter keinen Umständen storniert, reklamiert oder widerrufen werden.

GARANTIE- UND HAFTUNGSAUSSCHLUSS

1. Die Software wurde mit größter Sorgfalt entwickelt, dennoch ist es nach dem heutigen Stand der Technik nicht möglich, eine absolut fehlerfreie Software zu produzieren. Aus diesem Grunde werden alle Angaben über die Software zwar nach bestem Wissen und Gewissen gemacht, jedoch ohne Gewähr. Für etwaige fehlerhafte oder unvollständige Angaben kann keine Haftung übernommen werden. Der Autor kann weder für den Verlust von Gewinnen, noch für Schäden jeglicher Art zur Verantwortung gezogen werden, welche aus der Benutzung dieser Software resultieren.

2. Die Beschreibung der Software ist nicht als zugesicherte Eigenschaft anzusehen. Sie dient lediglich zur Kennzeichnung. Prospekte und andere Werbemittel haben auch in diesem Zusammenhang keinerlei Bedeutung.

3. Es wird keine Gewähr für die Richtigkeit der berechneten Ergebnisse übernommen.

4. Ebenso kann der Autor keine Gewähr oder Garantie dafür übernehmen, dass diese Software auf jedem Computersystem in jeglicher Konfiguration, in jeder Umgebung und mit jedem anderen Programm zusammenarbeitet.

5. Der Autor haftet dafür, dass der Datenträger zum Zeitpunkt der Übergabe frei von Materialfehlern ist. Falls der Datenträger fehlerhaft ist, wird er gegen Vorlage der Rechnung bzw. Quittung und Rückgabe des Originaldatenträgers ausgetauscht.

6. Der Autor haftet nicht dafür, dass die Software den Anforderungen und Zwecken des Lizenznehmers genügt oder dass sie mit anderen von ihm ausgewählten Programmen und Hardwarekomponenten zusammenarbeitet. Der Autor haftet nur für Vorsatz und grobe Fahrlässigkeit.

7. Die Eignung des Programms inklusive evtl. vorhandener Zusatzprogramme für einen bestimmten Anwendungsfall oder eine bestimmte Hardwarekonfiguration kann der Autor ebenfalls nicht garantieren.

8. Weiterhin ist der Autor unter keinen Umständen für Schäden haftbar zu machen, die sich aus der sachgemäßen oder unsachgemäßen Nutzung des vorliegenden Produktes ergeben. Dies schließt den Verlust von Geschäftsgewinnen, die Unterbrechung der geschäftlichen Abläufe, den Verlust von Daten sowie alle übrigen materiellen und ideellen Verluste und deren Folgeschäden ein und gilt selbst dann, wenn der Autor zuvor ausdrücklich auf die Möglichkeit derartiger Schäden hingewiesen wurde. Sollte ein Fehler entdeckt werden, so wird der Autor diesen nach Möglichkeit so schnell wie möglich korrigieren. Eine Garantie dazu kann der Autor jedoch nicht aussprechen.

9. Nach dem jetzigen Stand der Technik kann die Datenkommunikation über das Internet nicht fehlerfrei und/oder jederzeit verfügbar gewährleistet werden. Firecalc haftet daher nicht für die jederzeitige Verfügbarkeit der Internetseite www.firecalc.de.

SONSTIGE BESTIMMUNGEN

Die Lizenzvereinbarungen für diese Software können von Zeit zu Zeit angepasst werden. Daher gelten stets die mit der vom Kunden eingesetzten Version dieser Software ausgelieferten Lizenzbestimmungen.

Dieser Vertrag unterliegt dem Recht der Bundesrepublik Deutschland. Sollte eine Bestimmung dieses Vertrags unwirksam sein bzw. werden oder sollte der Vertrag eine Lücke enthalten, so bleibt die Rechtwirksamkeit der übrigen Bestimmungen hiervon unberührt. Anstelle der unwirksamen Bestimmung gilt eine wirksame Bestimmung als vereinbart, die dem Sinn und Zweck der unwirksamen Bestimmung wirtschaftlich möglichst nahe kommt; das gleiche gilt im Fall einer Lücke.

In der Software, im Handbuch und in der Hilfe verwendete Produktnamen, Warenzeichen und geschützte Warenzeichen sind im Besitz ihrer jeweiligen Eigentümer und wurden in der Regel nicht als solche kenntlich gemacht. Die Verwendung dient nur zur Information. Das Fehlen einer solchen Kennzeichnung bedeutet nicht, dass es sich um einen freien Namen im Sinne des Waren- und Markenzeichenrechts handelt. Der Autor erkennt alle Produktnamen und Warenzeichen an.

Durch den Besitz und die Nutzung der Software erklärt der Anwender vorbehaltlos sein Einverständnis mit den Lizenz- und Haftungsbedingungen, die Bestandteil der Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) sind. Weiterhin werden die Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) akzeptiert. Die AGB sind unter www.firecalc.de einzusehen.

Gerichtsstand ist München.

# 12 Index


Abbrandzeit 35
Abgasmassenstrom 44, 194
Abgasmassenstrom "Offene Kamine" 75, 194
Abgastemperatur 37
Abgasverluste durch freie Wärme 42, 210
absolute Luftfeuchtigkeit 45
Analysebestandteile 136
Angenäherte Berechnung Heizwert 144
Anzahl Abbrände 29
Anzahl Aufgaben 35
Aschegehalt 103
Ascheverluste 36
Ascheverluste (pauschal) 80
Ascheverlustmasse und Anteil brennbares 80
Äthylen 105
Auswahllisten 16, 18
Berechnung der Mittelwerte aktivieren 86
Berechnung der staubförmigen Emissionen 152
Berechnung der Strahlungsverluste 184
Berechnung durchführen 40
Bezugsrechnung ($O_2$-Bezug) 46
Brennstoffanalyse gasförmiger Brennstoff 138
Brennstoffanalysen 31
Brennstoffauswahl 27, 110
Brennstoffformular 108
Brennstoffmasse 34
Brennstoffvolumen 34
Brennwert Ho 114
Butan 105
Button „1,00000“ 116
Button „Detailergebnisse“ 162
Button „Summe“ 116
Button „Übertrag“ 40, 161
Buttonfeld 1 155
Checkbox „Heizwert wird berechnet“ 139
Checkboxen 16
**$CO_2$ oder $O_2$** 80
Comboboxen 16, 18
$C_XH_Y$ 48
CxHy, OGC, THC 38, 80
Datenbank komprimieren 74, 211
Datenbanksicherung 73
Datensatz drucken 54, 124
Datensatz editieren 53, 122, 165
Datensatz exportieren 56
Datensatz importieren 57
Datensatz löschen 53, 123, 165
Datensatz speichern 51, 121, 164
Datensätze verbergen 27
Datensicherheit 14
Datenwiederherstellung 211
**Datumsfelder** 16, 21
Deinstallation 8
Detailergebnisse 74
Diagramm Grenzwerte 71
Diagramm Verluste 72
DIN 3364 138
DIN 3364-1 205
DIN 4702-2 138, 205
DIN EN 303-3 138, 204
DIN EN 676 138, 202
**Direkter Wirkungsgrad** 209
Direktmessung mittels Vor-und Rücklauftemperatur 98
Drosselklappe 35
Druckvorschau 55
Düse 35
Eingabe Lambda 49
Eingabe Normgas 206
**Eingabefelder** 19
Ergebnisse der Emissionsberechnungen 45
Erstellung einer html-Datei 132
Erstellung einer pdf-Datei 63, 126
Erstellung einer Textdatei 65, 93, 130, 172
Ethan 105
Ethen 105
Export Bericht Microsoft Word EN 303-5 91
Export MS-Word und RTF-Format 211
Export und Import von Datensätzen 176, 190
Exportieren von Datensätzen 139
Export-Word 61, 128, 170
Fehlerbehandlung 14, 76, 213, 214
Feld Bemerkungen 30
Festbrennstoffe - Voreinstellungen 78
Feuerraumdruck 38
Feuerraumgeometrie 198
Feuerraumgrundfläche 198
Feuerungsleistung 42, 209
feuerungstechnischer Wirkungsgrad 42, 209
firecalc keyfile 9, 77
firecalc schließen 66
Flüssige Brennstoffe - Voreinstellungen 82
Förderdruck 37
Formular „Mittelwerte“ 86
Formular „Strahlungsverluste“ 184
Formular „Voreinstellungen“ 78
Formular Ergebnisse & Mittelwerte 87
Funktionen der Menüleiste „Zubehör“ 67
Gasförmige Brennstoffe - Voreinstellungen 83
Gastemperatur 35, 204
Gesamtstaub 149
Gesamtwärmeleistung 43
Grenzwerte 68
Grenzwertformular 68
Grenzwertvergleich 68
Grundlagen der Berechnungen 200
Hauptberechnungsformulars 22
Hauptformular 22
Hauptformulars 23
Heizwert Hu 114

Heizwert nach Boie 144
Hilfe 102
Hilfesystem 102
html-Datei 60
Import Datensatz 58
Importieren von Datensätzen 141, 178
Indirekter Wirkungsgrad 42, 209
Installation 5, 6
iso-Hexan, n-Hexan 106
Kalender 73
Kaltwassertemperatur 39
Kesseldruck 40
Kesselwirkungsgrad 43, 182
Kohlendioxid 38
Kohlenmonoxid 38
Kohlenstoffgehalt 103
Kohlenwasserstoffe 38, 100
Kohlenwasserstoffe CxHy, OGC oder THC 48
Komprimierung der Datenbank 211
Kondensation (Berechnung) 207
Kondensationsgewinn 207
Kondensationsgewinne 43, 210
Kondensationsrechnung 207
Kondensationswärme 207
Kondensatmasse 207
Kontrollkästchen 16, 17
Korrekturfaktor Waage 34
Korrekturfaktor Wasserdurchsatzmessung 39
Korrekturrechnung Luftfeuchte 45
Korrekturrechnung NOx 47
Korrekturrechnung Stickstoffanteil 45
Lambda 43
Listbox 16
Literatur 217
Lizenz 8, 9, 77
Lizenz- und Haftungsbedingungen 218
Lizenzdaten 9, 25, 77
Luftbedarf 107
Luftfeuchte 36
Luftüberschußzahl Lambda 43
Masse und Bestandteil Brennbares in der Asche 36
Menüleiste 16, 24, 153
Menüpunkt „Datensatz“ 25
Menü-Schaltflächen 16, 17
Meßstrecke Wasser Direktmessung, Kurzschluß oder Wärmetauscher 38
Meßstreckentemperatur 37
Methan 105
Mittelwertberechnungen 86
Module 12
Modulerweiterung 13
Neuer Datensatz 51
Norm-Brennstoffdurchsatz 36
**Normzustand** 201
obere Heizwert Ho 114
**OGC** 48
ohne Berechnung Wirkungsgrad, Emissionen 84
Öldruck 35
Öltemperatur 35
Optionsfelder 16, 18
pdf-Erstellung 63, 167
Pentan 105
Probleme 214
Projektliste 26, 154
Projektliste verbergen 111, 155, 187
Projektliste vergrößern 28
Propan 105
Propen 105
Prüfstand mit Kurzschlusstrecke 96
Prüfstand mit Wärmetauscher 97
Prüfstandsverluste 40, 99
Prüfstandsverluste Wassermeßstrecke 97
Raumheizer oder ein Kessel 81
Raumtemperatur 37
Registerkarten 29, 30
relative Dichte 107
Report 54
**Restsauerstoff $O_2$** 45
RTF-Textdatei 93, 130, 172
Rücklauftemperatur 39
Ruß 38
Sauerstoff 38
Sauerstoffgehalt 103
Schaltflächen 16, 17
Schwefelgehalt 103
spezifische Wärmekapazität 44
Spinbox 16
Spreizung 40
Standardbrennstoffe 31, 133
Statusleiste 16, 17
Staub in mg/m³ 160
Staub in mg/MJ 160
Staub und CO2 für Staub 38
Staubförmige Emissionen 149
Staubformular 152
Steuerelemente 16
Stickoxide 38
Stickstoffgehalt 103
Strahlungsverluste 182
Stutzentemperatur 37
Suchfeld 27, 110
Symbolleiste 16, 26, 154
Systemvoraussetzungen 5
Taschenrechner 67
**Taupunkttemperatur** 44
**THC** 48
Titelleiste 16
**Trockenes Abgasvolumen** 44
untere Heizwert Hu 114
Update 6
Verbrennungsluftbedarf 44
Verbrennungsrechnung von Brennstoffen 103
Verdampfungsenthalpie des Wassers 144

Verlust lat. Wärme 42
Verluste durch brennbare Rückstände 43, 210
**Verluste durch unverbrannte Gase** 210
Verluste infolge Strahlung 40, 43, 210
**Volumen im Normzustand** 201
Volumen korrigiert 34
Voreinstellungen 96
Voreinstellungen „Abbruch“ 85
Vorlauftemperatur 39
Wärmeleistung 42
Wärmeleistung H2O 43
Wärmeleistung und Verluste bei gasförmigen Brennstoffen 206
Wärmetauscher- Vorlauftemperatur 39
**Wasserdampf im Abgas** 44
Wasserdurchsatz 39
Wasserdurchsatz in Liter/Stunde 38
Wasserdurchsatz korrigiert 39
Wassergehalt 103
Wassermeßstrecke und Prüfstandsverluste 96
Wassermeßstrecken 96
Wasserstoffgehalt 103
Wobbezahl 107